



ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT AGRICULTURE

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome,
spécialisation agriculture.



**Analyse de l'évolution des pratiques et des processus
d'innovation des systèmes de culture Semis direct
sous Couverture Végétale permanente (SCV)
pour la Rive Est du Lac Alaotra.**

17/03/2010

Soutenu le 16 septembre 2011
par Berthine RAHARISOA
devant les membres de Jury composés de :

Président de jury : Mr Bruno Bernard ANDRIANAIVO
Tuteur : Mr Jean Chrysostome RAKOTONDRAVELO
Maître de stage : Mr Eric PENOT
Examineur 1 : Mr Raphaël DOMAS
Examineur 2 : Mr Hery Manantsoa RAZAFIMAHATRARA





ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT AGRICULTURE

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome,
spécialisation agriculture.

Analyse de l'évolution des pratiques et des processus d'innovation des
systèmes de culture Semis direct sous Couverture Végétale permanente
(SCV) pour la Rive Est du Lac Alaotra.

Berthine RAHARISOA
Promotion AMPINGA
2005-2010

Septembre 2011



PRESENTATION DES PARTENAIRES

Financement



Projet PEPITES, Tâche 5 : Projet Processus Ecologiques et Processus d'Innovation Technique et Sociale en agriculture de conservation ,2009-2012, Financement ANR.

Objectif principal : Produire des connaissances sur les processus écologiques, les processus d'innovation et leurs interactions, en agriculture de conservation, pour évaluer et concevoir des systèmes de culture au travers de dispositifs d'accompagnements innovateurs.

Objectif spécifique projet PEPITES Tâche 5 : Aide à la conception de systèmes de production intégrant des techniques d'agriculture de conservation. Cette tâche vise à définir et expérimenter en vraie grandeur, à savoir avec des dispositifs de conseil, une démarche d'aide à la conception de systèmes de production intégrant des techniques d'agriculture de conservation à l'échelle de l'exploitation agricole.

Zones d'interventions : France / Drome, Brésil / Trans-Amazonienne, Madagascar / Lac Alaotra.



Unité de recherche en partenariat "Systèmes de culture et rizicultures durables" : URP/ SCRiD.

Objectif principal :

Créé fin 2001, le Pôle de compétence en partenariat (PCP) sur les «Systèmes de Culture et Rizicultures Durables » (SCRiD), devenu URP (Unité de Recherche en Partenariat) en 2004, associe le **FOFIFA** Foibe Fikarohana ho Fampandrosoana ny tontolo eny Ambanivohitra ou Centre national de la recherche appliquée au développement rural, l'**Université d'Antananarivo** et le Centre de coopération Internationale en Recherches Agronomiques pour le Développement (**CIRAD**). L'unité est née de la volonté de ces 3 institutions. Elle a comme objectifs de renforcer leur coopération, assurer l'accompagnement agronomique et économique du développement de la riziculture pluviale sur les collines et promouvoir à la fois une recherche de qualité répondant aux besoins du développement et la formation sous tous ses aspects. Le défi majeur de développement auquel l'unité se propose de répondre porte sur l'augmentation durable de la production rizicole, par l'amélioration de la productivité et de la durabilité technique et socio-

économique des systèmes pluviaux qui contribuent dans plusieurs régions du pays, en complément des rizicultures aquatiques, à la sécurité alimentaire.

Zones d'interventions :

- ✚ la région du Lac Alaotra,
- ✚ la région des Hautes Terres et plus particulièrement celle du Vakinankaratra,
- ✚ le Moyen Ouest du Vakinankaratra,
- ✚ la partie Sud du versant oriental de l'île (région de Manakara).



Unité Mixte de Recherche Innovation / UMR / SPACTO

Projet scientifique de l'équipe SPACTO (2011- 2014)

Changements Techniques et Organisationnels dans les Systèmes de Production Agricole

Objectifs principaux :

Cette composante de l'UMR Innovation vise à répondre aux quatre enjeux suivants :

- ✚ L'accroissement de la production agricole pour faire face à la croissance démographique dans les pays du Sud,
- ✚ L'évolution des rapports entre production et consommation au Nord
- ✚ L'impact des changements globaux (climatiques, instabilité des prix) et de la raréfaction/dégradation des ressources naturelles,
- ✚ L'augmentation des coûts de l'énergie fossile et la réduction des pollutions issues de l'agriculture.



Organismes d'accueils

PROJET BV LAC ALAOTRA II: Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra, phase II, 2008-2013, financement Agence Française de Développement (AFD),

Etat Malagasy.

Objectifs principaux:

- ✚ La protection des versants couplée avec le développement d'une agriculture de conservation.
- ✚ L'intensification de l'agriculture irriguée, y compris la valorisation des parcelles en saison sèche.
- ✚ La responsabilisation des organisations paysannes concernées par le projet et le transfert de maîtrise d'ouvrage déléguée.

Zone d'intervention : Rive Ouest du Lac, Zone Nord Est, Vallée du Sud Est dans la région du Lac Alaotra, Madagascar.



Bas Rhône Languedoc Madagascar

Activités :

Originellement impliquée essentiellement dans les programmes d'infrastructures hydrauliques, la compagnie Bas-Rhône Languedoc-Madagascar participe depuis 1999 à des projets de diffusion du Semis direct sur Couverture Végétale permanente, dans une approche englobant des bassins versants dans leur ensemble (Lac Alaotra, Sud-Est).

- ✚ Diffuseur des techniques SCV au Lac Alaotra depuis 2001, BRL est contracté par le projet BV Lac de 2003 à 2013 afin de diffuser les systèmes SCV à plus grande échelle autour du lac.
- ✚ Depuis 2006, BRL est engagé dans la diffusion des SCV dans le périmètre d'Ampary, une zone de volcanisme récent avec une forte densité de population et une dégradation rapide de l'environnement.
- ✚ BRL-Madagascar fait actuellement parti du collège des personnes morales du conseil d'administration du GSDM.

Zones d'intervention au travers du projet BVLac II : Zone Nord Est et Vallée du Sud Est du Lac Alaotra, Madagascar.

REMERCIEMENTS

Au début de ce mémoire, il nous est particulièrement agréable d'exprimer et d'adresser notre entière gratitude à **Dieu** qui a veillé sur nous tout au long de notre parcours universitaire afin d'arriver au terme de nos études.

Nous remercions aussi:

Les membres de jury :

- ✚ Monsieur Bruno Bernard ANDRIANAIVO, Docteur en Physiologie Végétale Appliquée et enseignant-chercheur au Département Agriculture de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) de l'Université d'Antananarivo, Madagascar, qu'il nous a fait l'honneur de présider notre jury. Qu'il accepte notre révérence.
- ✚ Monsieur Eric PENOT, Docteur en Agro-économie, Chercheur au sein du CIRAD, maître de stage, qui a accepté d'encadrer gentiment ce mémoire. Ses nombreuses instructions sur le terrain et durant la rédaction nous sont bénéfiques. Qu'il sache combien sa présence est importante.
- ✚ Monsieur Raphaël DOMAS, Assistant Technique Systèmes de Culture et Approche Exploitation / Projet BVLac Alaotra / BRL Madagascar, qui a apporté des suggestions judicieuses à ce travail. Ses conseils, ses encouragements et ses observations ont permis d'achever ce mémoire. Qu'il trouve ici les récompenses de ses implications.
- ✚ Monsieur Hery Manantsoa RAZAFIMAHATRATRA, Docteur en Sciences Agronomiques et enseignant-chercheur à l'ESSA/Agriculture, qui a bien voulu faire l'honneur d'être parmi les membres du jury. Qu'il trouve ici le témoignage de notre estime et reconnaissance les plus distinguées.
- ✚ Monsieur Jean Chrysostome RAKOTONDRAVELO, Docteur en Agro-économie, enseignant chercheur et Chef du Département Agriculture de l'ESSA, qui a accepté de superviser ce mémoire malgré ses occupations. Qu'il soit assuré de notre profonde gratitude.

Nous sommes aussi reconnaissante à:

- + Monsieur Philippe GRANDJEAN, Directeur de la cellule du projet BV Lac, qui nous a permis de réaliser ce mémoire dans les meilleures conditions. Hommages respectueux.
- + Monsieur Andriatsitohaina RAKOTOARIMANANA, Adjoint au chef du projet BV Lac, qui a accepté de porter un regard critique sur cette étude durant les travaux sur terrain. Hommages respectueux.
- + Messieurs Herizo ANDRIAMALALA et Jean Michel RAVONINJATOVO, Chefs de missions BRL Madagascar, qui ont accepté de fournir les éléments indispensables pour la bonne démarche de cette recherche tout au long des travaux sur terrain et pendant la rédaction. Hommages respectueux.

Nous tenons également à adresser nos sincères remerciements à :

- + L'équipe BVLac II qui nous a accueillis chaleureusement,
- + L'équipe BRL Madagascar Zone Nord Est et Vallée du Sud Est, à tous les techniciens et AVB qui nous ont énormément aidés sur le terrain pendant les enquêtes et visites des parcelles,
- + L'équipe TAFA qui nous a fourni des documents indispensables pour cette recherche,
- + Tous les paysans qui nous ont accueillis avec attention et nous ont fournis les informations nécessaires.
- + Tous les enseignants de l'ESSA.

Nous ne saurions non plus oublier nos proches:

- + Ma famille pour leur soutien moral et financier durant mes études,
- + Nos collègues : Prisca, Lamina et Mirana pour leurs aides et leurs suggestions importantes pendant les travaux de terrain,
- + Nos amis : Joana et Noémie pour tous les moments merveilleux que nous avons tous partagé ensemble durant les travaux de terrain.

Et à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce présent mémoire.

« Que Dieu vous bénisse » ! Merci beaucoup !

RESUME

Les systèmes Semis direct sous Couverture Végétale permanente (SCV) ont été introduits au Lac Alaotra à Madagascar dans un contexte de pressions agricoles lié aux pratiques d'agriculture minière sur *tanety*. Une panoplie de systèmes a été testée et vulgarisée depuis 1998-1999. Cette étude a pour objectifs d'identifier et étudier la durabilité des systèmes de culture réellement adoptés par les paysans et leur dynamisme d'adoption des systèmes SCV. L'étude a porté sur les parcelles de plus de trois ans en SCV. Une nette évolution des systèmes à base des couvertures mortes importées vers les systèmes à base de couverture vive a été observée sur *tanety* et bas de pente. Les systèmes à base de riz de saison suivi de maraîchage associé à la vesce en contre saison ont remplacés les systèmes de riz suivi de maraîchage sur paillage sur *baiboho* et Rizières à Mauvaises Maîtrise d'Eau (RMME). Plusieurs systèmes de culture innovants ont été identifiés. La rotation sur deux ans de maïs associé aux légumineuses suivi de riz pluvial a été le système le plus rentable et le plus adopté sur *tanety* mais elle ne garantit pas la permanence de couverture. La rotation triennale de maïs associé aux légumineuses sur deux ans suivis de riz pluvial est la plus performante et la plus développée sur les bas de pente. La rotation intra-annuelle de riz suivi de la vesce associée au maraîchage a été la plus rentable et la plus adoptée sur les *baiboho* et les RMME en SCV. Les innovations paysannes sur les systèmes et itinéraires préconisés sont surtout liées aux gestions des adventices, aux contraintes techniques et aux objectifs et structures de l'exploitation. Le dynamisme d'adoptions des SCV est en corrélation négative avec les surfaces de rizières cultivées, le niveau d'équipement et l'inaccessibilité aux crédits agricoles.

Mots clés : Madagascar, BV Lac, système de culture, tendances des pratiques paysannes, typologie.

ABSTRACT

Direct Mulch Seeding (DMS) was introduced into the area of Lake Alaotra in Madagascar, in a context of agricultural pressures related to the practices of mining agriculture on *tanety*. Panoply of systems has been tested and has been popularized since 1998-1999. This study evaluates the durability of the farming systems really adopted by the peasants and their dynamism of DMS system's adoption. The study was focused to parcels of more than three years with DMS. A clear evolution of the systems with imported dead cover towards the *stylosanthes*' cover systems has been observed on *tanety*. The systems with rice of season followed by truck farming associated with the *sand vetch* out of season replaced the systems with rice followed by truck farming on mulching on *baiboho* and on rice fields with poor mastery of water (RMME). Several innovating farming systems have been identified. The biennial rotation of corn associated with leguminous plants followed by the rainfed rice was the most profitable system and the more adopted on *tanety*, but it does not guarantee the permanence of cover. The triennial rotation of corn associated with leguminous plants over two years followed by the rainfed rice is the most effective and the most developed at the bottom of slope. The rice of season followed by the *sand vetch* associated with the truck farming out of season was the most profitable and was adopted on *baiboho* and on RMME. The farmer's innovations on the DMS diffused are especially related with managements of adventitious, with the technical constraints, the objectives and

farm's structures. The dynamism of DMS's adoptions is in negative correlation with cultivated rice field area, the level of agricultural equipment and the inaccessibility to agricultural credits.

Key words: Madagascar, BV Lac, culture's system, farmer's practices tendencies, typology.

TABLE DES MATIERES.

PRESENTATION DES PARTENAIRES	I
REMERCIEMENTS	IV
RESUME.....	VII
ABSTRACT	VII
TABLE DES MATIERES.	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	XIV
LISTE DES ENCADRES.	XV
LISTE DES FIGURES.....	XVI
LISTE DES GRAPHS.	XVI
LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES.	XVII
INTRODUCTION.....	1
PARTIE 1 : GENERALITES SUR L'ETUDE.	2
1. SYNTHÈSE : CONTEXTE DE L'ETUDE.....	2
2. CADRAGE DE L'ETUDE.	2
2.1. CADRE INSTITUTIONNEL.	2
2.2. CADRE GEOGRAPHIQUE.....	2
3. PROBLÉMATIQUE, HYPOTHÈSES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
3.1. PROBLÉMATIQUE.	4
3.3. OBJECTIFS SPECIFIQUES.	4
PARTIE 2 : METHODOLOGIE.....	5
1. MATERIELS : LES OUTILS MOBILISÉS DANS LE CADRE DE L'ETUDE.....	5
1.1. LES BASES DE DONNÉES « PARCELLES» ET « EXPLOITATIONS » DES OPÉRATEURS DE DIFFUSION DES SYSTÈMES SCV.	5
1.2. BASES DE DONNÉES GEOGRAPHIQUES.	5

1.3.	BASE DE DONNEES PLUVIOMETRIQUES SUR DIX CAMPAGNES SUCCESSIVES DANS LES DEUX ZONES D'ETUDES.....	6
2.	DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	6
2.1.	PHASE PREPARATOIRE.....	6
2.1.1.	Recherches bibliographiques.....	6
2.1.2.	Exploitation des bases de données opérationnelles des opérateurs de diffusion des SCV.....	6
2.1.3.	Echantillonnage centré sur les parcelles pérennisées en SCV.....	6
2.1.4.	Elaboration du questionnaire.....	8
2.1.5.	Cartographie sommaire pour l'indentification rapide des parcelles suivies par exploitant.....	8
2.2.	PHASE OPERATIONNELLE.....	9
2.2.1.	Diagnostic et observation directe des terroirs suivis.....	9
2.2.2.	Enquêtes et visites sur terrain.....	9
2.2.3.	Traitement et analyse des données par grande ligne des objectifs assignés.....	10
3.	LIMITES SCIENTIFIQUES DE L'ETUDE.....	10
3.1.	LIMITE DE L'ECHANTILLONNAGE.....	10
3.2.	LES DIFFICULTES DE COLLECTER LES DONNEES SUR PLUSIEURS ANNEES.....	11
	PARTIE 3 : RESULTATS.....	12
	CHAPITRE 1 : LES TENDANCES DES PRATIQUES PAYSANNES ET LES INNOVATIONS TECHNIQUES SUR LES SYSTEMES SCV.....	12
1.	LES TENDANCES DES PRATIQUES ET DES INNOVATIONS PAYSANNES SUR TANETY.....	13
1.1.	DU SYSTEME AVEC BIOMASSE IMPORTE AU SYSTEME A COUVERTURE VIVE.....	13
1.1.1.	Le système à base de paillage avec biomasse importé, le premier système adopté.....	13
1.1.2.	Systèmes à base de paillage produite in-situ, la première alternative aux systèmes avec des biomasses importés.....	14
1.1.3.	Emergence et développement important des systèmes à base de couverture vive pour la campagne 2004-2005.....	14
1.1.4.	Le système avec herbicide préconisé pour l'année d'entrée en SCV.....	15
1.1.5.	Système fourrager, le devenir du système à couverture vive de brachiaria.....	16
1.1.6.	Adoption progressive du système à base de stylosanthes.....	16
1.1.7.	Retour au système conventionnel.....	16
1.2.	LES ADAPTATIONS ET LES INNOVATIONS PAYSANNES SUR LES SYSTEMES DIFFUSES SUR TANETY.....	17
1.2.1.	L'évolution et les innovations sur le système à base de paillage.....	17
1.2.2.	L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes avec couverture vive de légumineuse en culture pure et/ou associés au maïs sur tanety.....	17
1.2.3.	Adoption et innovation paysanne sur le système à base de stylosanthes.....	22
1.2.4.	L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes à base de brachiaria sur tanety.....	23
1.2.5.	L'évolution et l'innovation paysanne sur le système à base d'herbicide sur tanety.....	24

2. LES TENDANCES DES PRATIQUES ET DES INNOVATIONS PAYSANNES SUR LES BAS DE PENTES.	26
2.1. LES TENDANCES DES PRATIQUES PAYSANNES SUR BAS DE PENTE, TENDANCES SIMILAIRES QUE CELLES DE TANETY.	26
2.2. LES ADAPTATIONS ET INNOVATIONS PAYSANNES SUR BAS DE PENTE.	26
3. LES TENDANCES DES PRATIQUES ET INNOVATIONS PAYSANNES SUR BAIBOHO.	27
3.1. UNE TENDANCE VERS L'ADOPTION DE DEUX GRANDS TYPES DE SYSTEMES SUR BAIBOHO.	27
3.1.1. Une faible adoption des systèmes à base de couverture vive de légumineuses volubiles, pas assez rémunérateur sur baiboho.	27
3.1.2. Culture maraîchère sur paillage en saison et en contre saison : une stratégie de secours.	28
3.1.3. Les systèmes à base de brachiaria et culture fourragère délaissés sur les baiboho à faible niveau de risque.	28
3.1.4. La rotation intra-annuelle « riz en saison / maraîchage sur paillage en contre saison » bien diffusée depuis ses origines sur baiboho.	28
3.1.5. Un développement massif des systèmes à base de vesce facile à maîtriser.	29
3.1.6. Une adoption lente des systèmes à base de stylosanthes.	29
3.1.7. Les abandons des parcelles pérennisées en SCV sur baiboho.	29
3.2. LES ADAPTATIONS ET LES INNOVATIONS PAYSANNES SUR BAIBOHO.	30
3.2.1. Des transformations marquées des systèmes sur baiboho en rotation intra-annuelle « riz/maraîchage »	30
3.2.2. Une fusion et réorganisation des systèmes « riz / légumineuse volubile », « riz/ maraîchage sur paillage » et « riz/ vesce » pour les adapter aux contraintes locales.	30
4. LES TENDANCES DES PRATIQUES PAYSANNES SUR LES RMME PERENNISEES EN SCV.	33
4.1. DES UNITES AGRONOMIQUES A HAUT RISQUE AVEC UNE FAIBLE PERENNISATION DES SCV.	33
4.2. LES ADAPTATIONS ET INNOVATIONS PAYSANNES SUR LES RMME EN SCV.	33
5. SYNTHESE SUR LES TENDANCES DES PRATIQUES ET DES INNOVATIONS PAYSANNES SUR LES GRANDS SYSTEMES ET LES ITINERAIRES PRECONISES.	33
CHAPITRE 2 : LA DURABILITE AGRONOMIQUE DES SYSTEMES SCV ADOPTES PAR LES PAYSANS.	35
1. LES ROTATIONS / SUCCESSIONS DE CULTURES AVEC LES TECHNIQUES SCV PRATIQUEES PAR LES ADOPTANTS.	35
1.1. LES SYSTEMES DE CULTURES ADOPTES SUR LES TANETY.	35
1.1.1. Valorisation contrastées de tanety entre la ZNE et la VSE avec des nouvelles gammes de systèmes de cultures.	35
1.1.2. Etude comparative de performances agro-économiques des systèmes de cultures sur tanety.	42
1.2. LES SYSTEMES DE CULTURES SUR BAS DE PENTE.	45
1.2.1. Systèmes de cultures plus stables que ceux de tanety.	45
1.2.2. Etude comparative de performances agro-économiques des systèmes sur bas de pente.	48

1.3.	LES SYSTEMES DE CULTURES SUR BAIBOHO.	49
1.3.1.	<i>Des systèmes avec production continue de biomasse et de riz pluvial.</i>	49
1.3.2.	<i>Etude comparative de performances agro-économiques de grands systèmes sur baiboho.</i>	56
1.4.	LES SYSTEMES DE CULTURES SUR LES RMME PERENNISEES EN SCV.....	59
1.4.1.	<i>Systèmes de cultures différents dans la ZNE et VSE sur les RMME.</i>	59
1.4.2.	<i>Etude comparative des performances agro-économiques de deux grands systèmes SCV sur RMME.</i>	60
1.5.	SYNTHESE SUR LES INNOVATIONS PAYSANNES SUR LES SYSTEMES DE CULTURES.	61
2.	LES SCV, DES EFFETS TAMPONS SUR LES ALEAS CLIMATIQUES ET SUR L'APPLICATION D'ENGRAIS.	61
2.1.	LES EFFETS SUR LE RIZ PLUVIAL POUR LES DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURES.	62
2.1.1.	<i>Dans la Zone Nord Est.</i>	62
2.1.2.	<i>Vallée du Sud Est.</i>	63
2.2.	LES EFFETS SUR LE MAÏS EN FONCTION DES DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE.	65
2.2.1.	<i>Dans la Zone Nord Est.</i>	65
2.2.2.	<i>Vallée du Sud Est.</i>	66
	CHAPITRE 3 : LES STRATEGIES ET LE DYNAMISME DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS L'ADOPTION DES SYSTEMES SCV.	67
1.	CONSTRUCTION DE LA TYPOLOGIE DE COMPORTEMENT DES EXPLOITATIONS.....	67
1.1.	DEFINITION DES CRITERES DISCRIMINANTS.	67
1.2.	LES SURFACES POTENTIELLES EN SCV SELON LES STRATEGIES DES PAYSANS ADOPTANTS.	68
1.2.1.	<i>Risques liés à l'insécurité foncière.</i>	68
1.2.2.	<i>Risque climatique.</i>	68
1.2.3.	<i>Risques de divagation liés à la situation des parcelles.</i>	68
2.	CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FACE AUX TECHNIQUES SCV.	69
2.1.	TYPOLOGIE DE COMPORTEMENT DES ADOPTANTS DES SYSTEMES SCV.....	69
2.2.	LES FACTEURS DETERMINENT DU DYNAMISME DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	70
3.	LES SYSTEMES DE CULTURES ADOPTES PAR TYPE D'EXPLOITATION.	71
3.1.	SUR TANETY ET BAS DE PENTE.	71
3.2.	SUR BAIBOHO ET RMME.	72
	PARTIE 4 : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	74
1.	DISCUSSION DES RESULTATS, LE DEVENIR DES SCV DANS LA REGION DU LAC ALAOTRA.....	74
1.1.	NOUVELLES DEFINITIONS DES SYSTEMES SCV.....	74
1.2.	LES FACTEURS QUI MOTIVENT LES PAYSANS A ADOPTER ET CONSERVER LES SYSTEMES SCV A MOYEN TERME.	75

1.3.	LES SYSTEMES SCV, UNE ADOPTION ENCORE FRAGILE AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION.	75
1.4.	LES SYSTEMES FOURRAGERS, L'IMPACT DE L'INTRODUCTION DES SYSTEMES SCV.	76
1.5.	EVOLUTION PROBABLES DES SYSTEMES SCV A MOYEN TERME DANS LA REGION DU LAC ALAOTRA.....	76
1.5.1.	<i>Sur tanety et bas de pente</i>	76
1.5.2.	<i>Sur baiboho et RMME</i>	77
1.6.	SUPERPOSITION DE LA TYPOLOGIE DE COMPORTEMENT AVEC LA TYPOLOGIE 2011(J. FABRE, 2011).	77
1.7.	CROISEMENT DE LA TYPOLOGIE DE COMPORTEMENT LIE A L'ADOPTION DES SCV AVEC LA TYPOLOGIE UTILISEE EN RESEAU DE FERME DE REFERENCE.....	77
2.	DISCUSSION SUR LES HYPOTHESES TESTEES.....	78
3.	RECOMMANDATIONS.	79
3.1.	DIFFUSER LES SYSTEMES DE CULTURE INNOVANTS DURABLES.	79
3.2.	AGIR SUR LES FACTEURS CLES POUR UNE ADOPTION REUSSIE DES SYSTEMES SCV CHEZ LES PAYSANS JUGES « NON-DYNAMIQUES ».	79
3.3.	PERENNISER L'ADOPTION DES SYSTEMES SCV CHEZ LES PAYSANS JUGES DYNAMIQUES.	80
3.4.	ELARGIR LES CANAUX DE DIFFUSIONS LATERALES DES TECHNIQUES SCV.....	81
	CONCLUSION.	82
	GLOSSAIRE.....	85
	BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE	86
	LISTE DES ANNEXES.....	89

LISTE DES TABLEAUX.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif du nombre d'adoptants et de parcelles étudiées.	7
Tableau 2 : Thèmes par hypothèses testées et les résultats attendus dans le questionnaire.	8
Tableau 3 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées en SCV sur tanety.	13
Tableau 4 : Evolution des surfaces des parcelles ayant été débutées par « maïs + légumineuses volubiles » ou « légumineuse volubile en culture pure » sur tanety.	18
Tableau 5 : Evolution des surfaces initialement installées en « manioc + brachiaria » sur tanety.	23
Tableau 6 : Evolution des parcelles conduites en systèmes sur herbicide l'année d'entrée en SCV.	24
Tableau 7 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface de parcelles pérennisées sur bas de pentes.	26
Tableau 8 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées SCV sur baiboho.	27
Tableau 9 : Evolution des surfaces des parcelles ayant débutée l'itinéraire « riz/ légumineuse volubile » et « riz/ maraîchage sur paillage ».	31
Tableau 10 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles conduites en SCV sur les RMME.	33
Tableau 11 : Tableau synthétique des tendances des pratiques et des innovations paysannes.	34
Tableau 12 : Surface totale et nombre de parcelles et d'adoptants sur tanety.	36
Tableau 13 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le système de culture T1.	37
Tableau 14 : Rendement de manioc et de maïs pour le système SC T22.	38
Tableau 15 : Rendement de maïs, riz pluvial et arachide pour le SC T3.	39
Tableau 16 : Rendement du maïs et riz pluvial pour le SC T4.	39
Tableau 17 : Rendement du maïs pour le SC T5.	40
Tableau 18 : Rendement du maïs, riz pluvial, manioc pour le SC T6.	40
Tableau 19 : Rendement de maïs, riz pluvial et arachide pour le système SC T71.	41
Tableau 20 : Rendement de maïs, riz pluvial, arachide et manioc pour le système SC T72.	41
Tableau 21 : Les avantages et contraintes des systèmes de culture sur tanety.	42
Tableau 22 : Variation du rendement et du produit brut par système de culture sur tanety.	44
Tableau 23 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants sur bas de pente.	45
Tableau 24 : Rendement du maïs, riz pluvial et arachide pour le système de culture BP1.	46
Tableau 25 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le système SC BP2.	47
Tableau 26 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le SC BP3.	47
Tableau 27 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC BP4.	47
Tableau 28 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le SC BP5.	48
Tableau 29 : Les avantages et inconvénients du système SC T6.	48
Tableau 30 : Rendement suivant le type du système de culture sur bas de pente.	49
Tableau 31 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants sur baiboho.	50
Tableau 32 : Rendement du riz pluvial pour le SC B1.	51
Tableau 33 : Rendement du riz pluvial pour le SC B2.	51
Tableau 34 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le SC B3.	51
Tableau 35 : Rendement du maïs et du riz pluvial pour le SC B5.	52
Tableau 36 : Rendement du riz pluvial pour le SC B5.	53

Tableau 37 : Rendement du riz pluvial, manioc et arachide pour le SC B6.....	53
Tableau 38 : Rendement du riz pluvial pour le SC B7.....	55
Tableau 39 : Rendement du riz pluvial pour le système de culture B9.....	55
Tableau 40 : Atouts et contraintes des systèmes de culture sur baiboho.....	56
Tableau 41 : Variation de rendement de riz pluvial et de maïs par « grand système » et type de système de culture sur baiboho.....	59
Tableau 42 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants sur RMME.....	59
Tableau 43 : Rendement du riz pluvial sur les parcelles RMME suivant le type de système de culture.....	60
Tableau 44 : Rendement moyen du riz pluvial par grand type du système sur RMME.....	60
Tableau 45 : Produit brut de riz pluvial par grand type de système sur RMME.....	60
Tableau 46 : Variation de rendement de riz pluvial suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la ZNE.....	62
Tableau 47 : Variation de rendement de riz pluvial suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la VSE.....	64
Tableau 48 : Variation de rendement de maïs suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisant dans la ZNE.....	65
Tableau 49 : Variation de rendement de maïs suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la VSE.....	66
Tableau 50 : Typologie de comportement des paysans adoptants en rapport avec les systèmes SCV.....	69
Tableau 51 : Croisement de la typologie avec les facteurs de productions et la situation géographique des exploitants.....	70
Tableau 52 : Les motivations des paysans à conserver les techniques SCV.....	75
Tableau 53 : Typologie RFR, 2007.....	78
Tableau 54 : les systèmes de culture innovants à diffuser.....	79

LISTE DES ENCADRES.

Encadré 1 : Unités agronomiques.....	12
Encadré 2 : Rotation et succession culturale.....	35

LISTE DES FIGURES.

Figure 1 : Evolution des systèmes à base de couverture vive de légumineuse volubile en culture pure ou associée au maïs sur tanety.	19
Figure 2 : Evolution de l'itinéraire manioc associé au brachiaria sur tanety.....	23
Figure 3 : Evolution des systèmes « riz / maraîchage sur paillage », « riz / légumineuse volubile » et « riz/ vesce » sur baiboho.	31

LISTE DES GRAPHES.

Graphe 1 : Système de culture en pourcentage de surface sur tanety dans la ZNE.	36
Graphe 2 : Systèmes de culture en pourcentage de surface sur tanety dans la VSE.....	36
Graphe 3 : Système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la ZNE.	46
Graphe 4 : Système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la VSE.....	46
Graphe 5 : système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la VSE.....	50
Graphe 6 : systèmes de cultures en pourcentage de surface sur baiboho dans la ZNE.	50
Graphe 7 : Evolution de rendements de riz pluvial dans la ZNE.	63
Graphe 8 : Evolution de rendement de riz pluvial dans la Vallée du Sud Est.....	64
Graphe 9 : Evolution de rendement de maïs dans la Zone Nord Est.	65
Graphe 10 : Evolution de rendement de maïs dans la Vallée du Sud Est.	66
Graphe 11 : Les systèmes de cultures sur tanety adoptés par type de paysans.	72
Graphe 12 : Les systèmes de cultures sur les bas de pentes adoptés par type de paysans.	72
Graphe 13: Les systèmes de cultures sur les RMME adoptés par type de paysans.....	73
Graphe 14: Les systèmes de cultures sur baiboho adoptés par type de paysans.....	73
Graphe 15 : Croisement de la typologie de comportement avec la typologie RFR 2007.	78

LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES.

AFD	Agence Française de Développement
ANAE	Association Nationale d'Actions Environnementale
AVB	Agent Vulgarisateur de Base
BRL Madagascar	Bureau d'étude : Société d'Aménagement du Bas-Rhone et du Languedoc à Madagascar
BV Lac	Projet de « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra »
CECAM	Caisse d'Epargne et de Crédit Agricole de Madagascar
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
FOFIFA	Foibe Fikarohana ho Fampandrosoana ny tontolo eny Ambanivohitra ou Centre national de recherche pour le développement rural
FVD	Faire Valoir Direct
FVI	Faire Valoir Indirect
GSD	Groupement Semis Direct
PEPITES	Projet de « Processus Ecologiques et Processus d'Innovation Technique Et Sociale en agriculture de conservation »
PTA	Programme de Travail Annuel
RMME	Rizièrre à Mauvaise Maîtrise d'Eau
SCV	Semis direct sur Couverture Végétale permanente
SD-MAD	Semis direct de Madagascar
TAFA	ONG TAny sy Fampandrosoana = ONG « Terre et développement »
URP/ SCRiD	Unités de Recherche en Partenariat / Systèmes de Cultures et Rizicultures Durables
VSE	Vallée du Sud Est du Lac Alaotra, Zone d'intervention du BRL Madagascar : Lot 2
ZNE	Zone Nord Est du Lac Alaotra, Zone d'intervention du BRL Madagascar: Lot 3
CM	Couverture morte
ha	hectare
hj	Homme jour
C.V	Coefficient de variation

INTRODUCTION.

Les premières expériences sur les systèmes de culture de type Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) à Madagascar datent de 1990 (CHARPENTIER H. et *al.*, 1999). Les activités de recherches-actions menées par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), l'organisme non gouvernemental TAny sy Fampandrosoana (TAFA) ont permis de diffuser et de développer de manière significative les techniques SCV dans la grande Île. Des références techniques pour les différentes éco-régions représentatives des principaux types de sols, cultures et situations socio-économiques existent: les Hauts Plateaux, le Sud-Est, le Sud-Ouest, le Moyen-Ouest et le Lac Alaotra (GROSCLAUDE J. Y. et *al.* 2006).

La diffusion des systèmes SCV a démarré au Lac Alaotra à partir de 1998-1999, mais le lancement de la diffusion de manière significative a débuté lors de la campagne 2003-2004 avec le démarrage effectif du projet « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra » (BV Lac) (BURESI J. M., 2006). Le nombre des paysans adoptants et les surfaces mises en SCV n'ont cessé de croître au fil des campagnes agricoles (DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009). Les demandes d'appuis et de conseils techniques pour l'adoption des systèmes SCV sont élevées. Plusieurs systèmes de culture déjà testés par TAFA et adaptés aux différentes conditions pédo-climatiques et socio-économiques rencontrées au Lac Alaotra ont été ainsi vulgarisés (CHARPENTIER H. et *al.*, 2000). Le bilan de sept années d'intervention du projet BV Lac (de 2003-2004 à 2009-2010) dans la région du Lac Alaotra a mis en évidence une adaptation des systèmes avec des changements des pratiques et des innovations paysannes par rapport aux paquets techniques diffusés. Face à ces constats, la question de la durabilité de l'adoption des techniques SCV au Lac Alaotra, peut être remise en question étant donnée les pratiques actuelles des paysans.

La présente étude identifie et caractérise les changements des pratiques, les adaptations et innovations apportées par les paysans sur les techniques SCV et le dynamisme des exploitations agricoles en rapport avec les systèmes SCV. L'étude concerne uniquement les adoptants dits « anciens » (adoptants des techniques de plus de quatre ans au niveau de leur exploitation) dans le but d'affiner l'évolution des pratiques paysannes.

Cet ouvrage comporte quatre grandes parties. La première présentera le contexte général de l'étude. La deuxième traitera de la démarche méthodologique adoptée. La troisième analyse les résultats sur les tendances des pratiques, les innovations paysannes et le dynamisme des exploitations agricoles liés à l'adoption des techniques SCV. Et la dernière partie donnera des perspectives sur la pérennisation d'adoption des systèmes SCV chez les acteurs finaux que sont les paysans.

PARTIE 1 : GENERALITES SUR L'ETUDE.

1. Synthèse : contexte de l'étude.

Depuis les années 1980, la région du lac Alaotra a connu une pression agricole très forte sur les *tanety*, surtout à l'Est du lac sur les sols pauvres encore peu exploités auparavant (CHARPENTIER H. et *al.* 2001). L'introduction et la diffusion des systèmes SCV se sont faites en réponse aux pressions agricoles d'une agriculture minière sur *tanety* peu fertile et fragile. Une panoplie de systèmes a été testée et vulgarisée depuis 1998-1999. La diffusion des systèmes SCV est intégrée au projet pilote BV Lac depuis 2003-2004. Les méthodes d'approche et d'évaluation s'affinent à l'échelle de l'exploitation à partir de la campagne 2007-2008. Elles ne se limitent plus aux niveaux parcellaires.

Sept années de recul sur l'intervention du projet BV Lac permettent de faire un état de diffusion et d'adoption des techniques d'agriculture de conservation dans la région du Lac Alaotra.

2. Cadrage de l'étude.

2.1. *Cadre institutionnel.*

L'étude a été menée dans le cadre de l'obtention du diplôme d'ingénieur en agronomie à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques – département Agriculture.

Cette recherche s'inscrit dans le cadre du projet Processus Ecologiques et Processus d'Innovation Technique et Sociale en agriculture de conservation, Tâche 5 (ANR-PEPITES) et est en partenariat avec l'Unités de Recherche en Partenariat entre le FOFIFA (Centre national de recherche pour le développement rural), le CIRAD et l'Université d'Antananarivo sur les Systèmes de Culture et de Riziculture Durable (URP/ SCRiD).

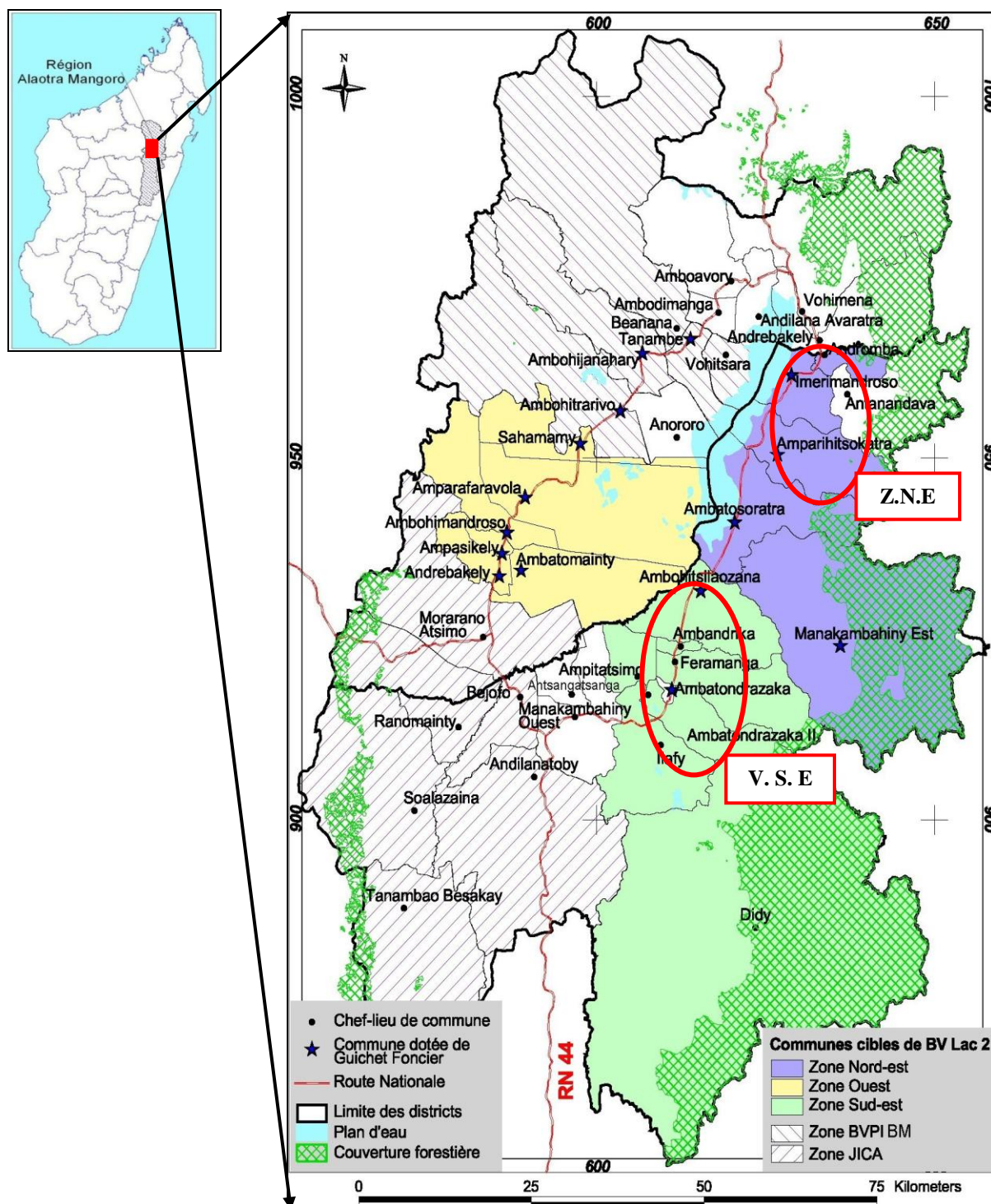
2.2. *Cadre géographique.*

Le projet BVLac II recouvre trois principales zones constituées par : i) les bassins versants des rivières Imamba-Ivakaka et Sahamena à l'Ouest du lac, ii) la zone Nord Est et iii) les bassins versants des vallées du Sud-Est.

Suite aux reconnaissances des terrains et aux discussions avec des personnes ressources et compétentes en matières des systèmes SCV au Lac Alaotra¹, deux zones de dynamismes différents en terme de diffusion des techniques SCV dans les zones d'intervention de BRL Madagascar ont été retenues (cf. carte 1) : la Zone Nord Est (ZNE, lot 2) et les Vallées du Sud Est (VSE, lot 3). Les deux zones ont été choisies, de plus, pour leurs accessibilités et leurs topographies différentes.

¹ En particulier Raphaël Domas.

Carte 1 : Localisation des zones d'études.



Source: BV Lac, 2010.

3. Problématique, hypothèses et objectifs de l'étude.

3.1. *Problématique.*

L'essentiel des surfaces en SCV à Madagascar se situe dans la région du Lac Alaotra. Le retrait du projet de diffusion qui rentre dans sa dernière phase dans la région du Lac Alaotra pose la question de la pérennité de l'adoption des systèmes SCV.

La problématique centrale de la présente étude est ainsi : **Quelles sont les conditions d'adoption à long terme des systèmes SCV par les paysans au Lac Alaotra ?**

3.2. *Hypothèses.*

Pour éclairer cette problématique, deux hypothèses ont été avancées.

H1 : Les systèmes de culture de type SCV permettent d'avoir une productivité durable.

H2 : Les paysans s'approprient les techniques SCV en fonction de la disponibilité des facteurs de productions (terre, main d'œuvre, capital, type de matériels).

La première hypothèse met en question la durabilité agronomique des systèmes SCV réellement adoptés par les paysans. La deuxième relie les innovations paysannes et le dynamisme des exploitations agricoles avec les facteurs de production.

3.3. *Objectifs spécifiques.*

L'objectif principal est de déterminer les conditions d'une adoption pérenne des techniques SCV. Les objectifs spécifiques sont ainsi :

OS1 : étudier les changements des pratiques et les adaptations/ innovations paysannes sur les systèmes SCV diffusés,

OS2 : identifier et analyser la durabilité des systèmes de culture pratiqués par les paysans avec les techniques SCV,

OS3 : élaborer une typologie de comportement des paysans par rapport aux systèmes SCV.

PARTIE 2 : METHODOLOGIE.

1. Matériels : les outils mobilisés dans le cadre de l'étude.

1.1. Les bases de données « parcelles » et « exploitations » des opérateurs de diffusion des systèmes SCV.

Les bases de données « parcelles » et « exploitations » sont constituées des données recueillies à chaque campagne agricole par les opérateurs contractés par le projet BV Lac dans la région du Lac Alaotra. Trois opérateurs occupent trois zones réparties en trois lots : lot 1_consortium ANAE/AVSF, lot 2_BRL ZNE et lot 3_BRL VSE.

Chaque parcelle et chaque exploitant encadré est suivis systématiquement par les Agents Vulgarisateurs de Bases (AVB), techniciens agricoles et opérateurs. Les données sont fournies au projet BVLac comme outils d'évaluation.

Les objectifs du projet BV Lac concernent la protection des versants couplée avec le développement de l'agriculture de conservation et l'intensification de l'agriculture irriguée. Les bases de données « parcelles » représentent l'ensemble des réalisations du projet, c'est-à-dire à la fois les parcelles conduites en SCV, les parcelles en fourrage et celles conduites en riziculture irriguée avec des techniques améliorées.

Pour la présente recherche, afin d'avoir plus de précision sur les résultats, les bases de données « parcelles » des campagnes 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 et base de données « exploitations » pour la campagne 2008-2009 ont été exploitées.

1.2. Bases de données géographiques.

Les bases de données géographiques sont des données géoréférencées exploitables par des logiciels « Système d'Information Géographique » (SIG). Les données géographiques sur les parcelles encadrées et les images satellites *Quickbird* fournies par le projet BV Lac et l'opérateur BRL Madagascar ont été exploitées. Ces données ont été traitées à l'aide du logiciel Arc View GIS 3.2a qui a permis la réalisation de cartes.

1.3. Base de données pluviométriques sur dix campagnes successives dans les deux zones d'études.

Les données pluviométriques ont été prélevées par BRL Madagascar dans les deux stations de la ZNE (Imerimandroso et Antsahamamy) et dans les cinq stations de la VSE (Bevava, Ambohimiarina, Ampitatsimo, Miadampaonina et Ambongabe).

2. Démarche méthodologique.

2.1. Phase préparatoire.

2.1.1. Recherches bibliographiques.

Le principal objectif de cette phase d'investigation était de retracer l'évolution de la diffusion des systèmes SCV au Lac Alaotra. Vu la multitude des documents au tour du thème « Semis direct sous Couverture Végétale permanente », une importance particulière a été accordée aux documents en rapport directes avec les systèmes SCV dans la région du Lac Alaotra.

2.1.2. Exploitation des bases de données opérationnelles des opérateurs de diffusion des SCV.

Les parcelles en SCV de plus de 3 ans pour la campagne 2008-2009 sans exclure les *parcelles abandonnées* pendant cette campagne agricole ont été sélectionnées à partir des bases de données « parcelles » de BRL Madagascar. Et c'est à partir de cet ensemble que l'échantillonnage des parcelles a été fait.

Les *parcelles abandonnées* sont des parcelles qui étaient en SCV dans les campagnes antérieures mais qui ont été ré-labourées lors de la campagne 2008-2009.

2.1.3. Echantillonnage centré sur les parcelles pérennisées en SCV.

Une pré-typologie des parcelles a été réalisée dans le but de disposer un échantillon représentatif des cas probables. Les parcelles de plus de 3 ans en SCV pour la campagne agricole 2008-2009 ont été classées selon 4 critères (échantillonnage stratifié) :

- critère 1: la *situation géographique* des parcelles : Zone Nord Est et Vallée du Sud Est,
- critère 2 : *l'âge des parcelles* ou l'ancienneté des parcelles en SCV (de 3 à 8 ans),
- critère 3 : *parcelles abandonnées* et *non abandonnées* et

- critère 4 : la *zone de concentration géographique* des parcelles pérennisées en SCV dont l'unité retenue est le *Fokotany*².

L'échantillon recouvre 27% des parcelles de plus de 3 ans en SCV. Le taux d'échantillonnage (27%) a été obtenu à partir du rapport entre le nombre des parcelles étudiées fixé arbitrairement (120 parcelles) et le nombre total des parcelles de plus de 3 ans (444 parcelles) en SCV encadrées. Une fois les parcelles sélectionnées, les exploitants qui feront l'objet de l'enquête sont ainsi identifiés.

Toutes les parcelles conduites en agriculture de conservation dans les exploitations sélectionnées ont été suivies pour avoir des idées sur les logiques d'organisation des paysans. Le tableau suivant récapitule le nombre des paysans adoptants enquêtés et les parcelles pérennisées suivies.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif du nombre d'adoptants et de parcelles étudiées.

Zone	Fokontany	Nombre des exploitants	Nombre des parcelles suivant l'ancienneté en SCV pour la campagne 2008-2009				
			3 ^{ème} année	4 ^{ème} année	5 ^{ème} année	6 ^{ème} année	7 ^{ème} année
ZNE	Ambaniala	4	3	4			
	Ambohijanaharikely	1	2				
	Amparihitsokatra	7	26	1			
	Andromba Pont	2	2	1			
	Ankasina	2	1	2			
	Bekatsaka	4	4	4			
	Betsianjava	3	7				
	Marovato	9	10	8			
	Tsarahonenana	7	15	10			
VSE	Ambodivoara	2		3		1	
	Ambohimasina	7	9	4	2		
	Ambohipasika	4	11	1			
	Ambohitranjakana	7	2	6	5		
	Ambongabe	1	2				
	Ampahatra	2	8	3			
	Amparihitody	1			2		
	Antanimena	3	5			3	1
	Ilafy	13	24	10	4		
	Mahatsara	6	7	5	6		
	Mahatsinjo	1	1				
TOTAL	20	86	139	62	19	4	1

² Limite administrative comprenant un ou plusieurs hameaux.

2.1.4. Elaboration du questionnaire.

Pour avoir plus de précision sur les résultats attendus, un cadre logique de recherche (cf. annexe 2) a été établi. Il indique les différents indicateurs quantifiables et qualifiables pour chaque hypothèse testée, la méthodologie adoptée correspondantes et les résultats attendus pour chaque hypothèse émise. Les guides d'entretien et le questionnaire ont été formulés à partir de ce cadre logique.

Tableau 2 : Thèmes par hypothèses testées et les résultats attendus dans le questionnaire.

Hypothèses	Thèmes d'enquête	Résultats attendus
Les systèmes de culture de type SCV permettent d'avoir une productivité durable.	<ul style="list-style-type: none"> – L'historique des ITK pratiqués sur les parcelles pérennisées en SCV, – Les changements des pratiques par rapport aux systèmes de cultures préconisés sur les techniques SCV. 	<ul style="list-style-type: none"> – Les tendances des pratiques paysannes et l'évolution des grands systèmes préconisés sont identifiées. – Les rotations/successions de cultures adoptées par type de toposéquence sont étudiées. – Les innovations paysannes sur les techniques SCV sont analysées.
	<ul style="list-style-type: none"> – L'évolution des rendements depuis l'année d'entrée en SCV jusqu'à la campagne 2009-2010 en fonction des apports en fumures organiques et minérales. 	<ul style="list-style-type: none"> – L'évolution de rendement par type de système de culture en fonction des pluviométries annuelles, des apports en fumures organiques et en engrais minéraux est déterminée.
Les paysans s'approprient les techniques des systèmes SCV en fonction de la disponibilité des facteurs de productions	<ul style="list-style-type: none"> – Les facteurs de production des paysans, – L'évolution des surfaces en SCV au niveau de l'exploitation et dans le temps depuis l'année d'adoption des techniques SCV jusqu'à la campagne 2009-2010. 	<ul style="list-style-type: none"> – La typologie de comportement des paysans en rapport avec les techniques SCV est élaborée. – Les facteurs déterminants d'adoption des systèmes SCV sont identifiés.

2.1.5. Cartographie sommaire pour l'identification rapide des parcelles suivies par exploitant.

Une cartographie sommaire des parcelles à étudier pour chaque paysan a été élaborée. Pour l'identification et le repérage facile des parcelles, les codes parcellaires utilisés par BRL Madagascar et les niveaux de toposéquence (*tanety*, bas de pente, *baiboho* ou RMME) ont été utilisés pour coder les parcelles. Pour ce faire, les bases de données géographiques des parcelles encadrées ont été exploitées en les superposant sur les photos satellitaires grâce au logiciel Arc View GIS 3.2a.

2.2. Phase opérationnelle.

2.2.1. Diagnostic et observation directe des terroirs suivis.

Avant d'entamer les enquêtes individuelles avec les agriculteurs, des visites d'ensemble des terroirs ont été effectuées avec le technicien et/ou l'AVB responsable de la zone pendant les quelles ont été fixés les rendez-vous chez les paysans à enquêter.

2.2.2. Enquêtes et visites sur terrain.

Le plus souvent l'enquête a été menée à la maison. Une visite des parcelles concernées a été effectuée avec le technicien. Deux types d'enquête ont été adoptés pour cette recherche.

2.2.2.1. Enquête individuelle par questionnaire pour la première phase de collecte des données.

L'enquête a été guidée par le questionnaire. Les questions et certaines réponses sont déjà définies dans la fiche d'enquête. Les questions sont de type ouvertes et semi-ouvertes.

Des enquêtes complémentaires ont été réalisées aux niveaux des techniciens de BRL Madagascar. Elles avaient pour principaux objectifs d'identifier l'historique de diffusion des techniques SCV, les pratiques adoptées et surtout de vérifier l'historique de chaque parcelle des paysans enquêtés.

2.2.2.2. Entretien collectif³ pour la restitution et l'identification et validation des stratégies de chaque type de paysans identifiés.

Les objectifs de cet entretien étaient de faire une brève restitution des données acquises en enquêtes aux paysans pour qu'ils puissent valider les informations obtenues. Il s'agissait également d'affiner la perception des paysans sur les techniques SCV et d'identifier les stratégies des différents types des paysans identifiés.

Les paysans dans la Vallée du Sud Est ont été divisés en deux groupes suivant deux zones de concentration (Ambohimiarina et Mahatsara). Vu la disparité des villages d'enquête dans la Zone Nord Est, les agriculteurs ont été divisés en cinq groupes (Ambavahadiromba, Ambaniala, Tsarahonenana, Andromba Pont, Bekatsaka).

³ Avec Joana Fabre Elève ingénieur en agronomie Sup-Agro, Montpellier, stagiaire 2010 avec le projet PAMPA, elle a fait l'étude sur l'évaluation technico-économique des effets des systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du Lac Alaotra.

2.2.3. Traitement et analyse des données par grande ligne des objectifs assignés.

Deux bases de données constituées de tableaux à double entrée concernant les exploitations et l'historique des parcelles ont été élaborées à l'aide du logiciel Excel. Les données collectées ont été confrontées aux données de BRL Madagascar lot 2 et lot 3. Les analyses ont été faites en fonction des objectifs à atteindre.

L'étude des différents types de systèmes de culture par type de toposéquence (développé en chapitre 2) a été réalisée au niveau des parcelles élémentaires.

Pour comparer les performances des systèmes de cultures adoptés par les paysans, les formules suivantes ont été utilisées.

- Le **rendement moyen sur n -campagnes successives** est la moyenne des rendements sur n -campagnes successives,
- Le **produit brut à l'hectare** est le rendement multiplié par le prix unitaire de vente des produits (prix sortie ferme campagne 2008-2009),
- Le **produit brut à l'hectare pour un assolement moyen de n -années de rotation** est la somme des $1/n$ du produit brut de chaque spéculation formant la rotation,
- Le **coefficient de variation (C.V)** est le rapport entre l'écart type et la moyenne, si le coefficient de variation des rendements est supérieur à 25% le rendement est hétérogène.

Les variations annuelles de rendement par systèmes de cultures ont été superposées avec (i) les données pluviométriques, (ii) le nombre de jours de pluie, (iii) les apports en fumure organique, (iv) les apports en NPK et (v) Urée par campagne et par zone pour voir les effets tampons climats et effets tampon engrais des systèmes SCV.

3. Limites scientifiques de l'étude.

3.1. Limite de l'échantillonnage.

L'étude se focalise sur les parcelles de plus de 3 ans en SCV pour la campagne 2008-2009 (installées avant ou pendant la campagne 2005-2006). Or le système à base de couverture morte importée et le système à base d'herbicide ont été souvent adoptés la première année d'entrée en SCV. Des conclusions certaines n'ont pas pu être ainsi tirées sur l'évolution du taux d'adoption de ces deux types du système par rapport aux taux d'adoption des autres systèmes diffusés.

3.2. *Les difficultés de collecter les données sur plusieurs années.*

Cette étude vise à étudier l'évolution des pratiques paysannes sur les techniques SCV depuis l'introduction de techniques SCV au sein de leur exploitation. La reconstitution des assolements/rotations de cultures sur les parcelles pérennisées en SCV doit être ainsi réalisée. Les données sur plusieurs années ont été difficiles à collecter.

Plusieurs techniques ont été adoptées : recoupement avec les données des techniciens, recherches des archives des paysans tenant les cahiers d'exploitations, recoupement avec anciennes bases de données parcellaires qui n'étaient pas bien complètes auparavant (entre 2003-2004 et 2006-2007).

PARTIE 3 : RESULTATS.

CHAPITRE 1 : LES TENDANCES DES PRATIQUES PAYSANNES ET LES INNOVATIONS TECHNIQUES SUR LES SYSTEMES SCV.

Ce chapitre analyse l'évolution d'adoption des systèmes diffusés et les changements des pratiques paysannes par niveau de toposéquence. Les facteurs d'adoption et/ou d'abandon d'un système sont affinés. Les adaptations et innovations paysannes seront détaillées par type de systèmes préconisés.

Encadré 1 : Unités agronomiques.

1. Les unités agronomiques se définissent par l'homogénéité de leurs caractéristiques surtout agronomiques :
 - position sur la toposéquence,
 - niveau de fertilité du sol,
 - niveau de compaction du sol,
 - régime hydrique. (HUSSON O. et al, 2009).
2. Les différentes unités agronomiques rencontrées sur la rive Est du Lac Alaotra, de l'amont vers l'aval, sont :
 - le *tanety* avec trois sous-unités (i) le plateau sommital, (ii) le flanc des *tanety* ou zones de pentes et (iii) le bas de pente,
 - le *baiboho* et
 - les rizières (cf. annexe 3).
3. La forme générale des reliefs entre la Zone Nord Est et la Vallée du Sud Est est différente (cf. annexe 4).

Le terme « **grand système** » a été utilisé pour différencier le système de culture avec les techniques SCV analysé dans ce chapitre et le système de culture, désignant la nature et l'ordre des cultures (succession / rotation), employé dans le chapitre 2. Le « grand système » définit ainsi les différents systèmes de cultures regroupés en deux grands types des systèmes SCV : système de culture à couverture morte et le système de culture à couverture vive.

1. Les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur *tanety*.

1.1. Du système avec biomasse importé au système à couverture vive.

Le tableau suivant représente l'évolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles en SCV sur *tanety* (bas de pente exclu) par campagne agricole.

Tableau 3 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées en SCV sur tanety.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous couverture morte importée	100	34	29	7				
Système à base de paillage produit in-situ		33	3	5	31	16	26	21
Légumineuse volubile en culture pure de saison		27	3	3	1		2	1
Système à base de brachiaria		7	7	14	13	2	1	1
Maïs + ⁴ légumineuses volubiles			48	42	29	35	20	26
Système sur herbicide			9	9				
Système fourrager				18	25	37	28	24
Système à base de stylosanthes				1	2	11	10	9
Système conventionnel (retour)							13	18
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Le tableau montre une diversification de plus en plus forte des systèmes mis en place sur *tanety* au Lac Alaotra.

1.1.1. Le système à base de paillage avec biomasse importé, le premier système adopté.

Entre 2002-2003 et 2003-2004, les systèmes avec couverture morte importée ont été les plus développés. Les cultures installées étaient sous couvertures mortes de *bozaka* (*Aristida*) ou de paille de riz : maraîchage sur paillage et riz pluvial sur paillage.

Les systèmes à base de paillage ont été facilement adoptés par les agriculteurs, parmi les autres systèmes proposés. En effet, leur installation est relativement facile dès la première année. Les techniques de paillage étaient, de plus, déjà utilisées traditionnellement au Lac Alaotra pour les cultures de contre saison dans le but de limiter l'évaporation de l'eau et réduire ainsi la pénibilité de l'arrosage. Par contre, les autres systèmes introduisent de nouvelles plantes (pour la couverture vive) et de nouvelles techniques qui impliquent des changements majeurs des itinéraires techniques de l'exploitation.

⁴ « + » désigne une association de cultures.

Cependant, à cause des travaux supplémentaires pour la fauche (de 20 à 35 hj/ha), le transport et l'épandage (de 10 à 15 hj/ha) de biomasses sur les parcelles, les systèmes à base de couvertures mortes importées ont été abandonnés progressivement, passant de 100% à 7% des parcelles étudiées entre 2002 et 2005. En outre, pour avoir un sol bien couvert, il faut de 20 à 30 bottes (1 botte = 1 charrette) de *bozaka* à l'hectare. Or une botte de *bozaka* coûte de 3.000 à 4.000 Ariary (de 60 000 à 120 000 Ar/ha) entre les campagnes 2002-2003 et 2004-2005. Ce type de système exige aussi des apports complémentaires d'engrais azotés pour lutter contre la faim d'azote avant la décomposition des biomasses. Le risque de transmission des maladies (particulièrement la pyriculariose⁵ par les pailles de riz) et des insectes d'une parcelle à une autre est également élevé.

1.1.2. Systèmes à base de paillage produite in-situ, la première alternative aux systèmes avec des biomasses importés.

Lors de la campagne 2003-2004, certains agriculteurs ont commencé à valoriser les mulch de la culture précédente. 33% des parcelles pérennisées en SCV ont été conduites en systèmes à base de paillage des cultures de la campagne antérieure (cf. tableau 3). Cependant, le taux d'adoption du système avec biomasse produite in-situ n'a guère varié par rapport aux autres systèmes préconisés (entre 16 et 31%) entre les campagnes 2006-2007 et 2009-2010. Les pourcentages faibles des parcelles installées pour ce type de système lors des campagnes 2004-2005 et 2005-2006 sont dus essentiellement au développement des systèmes à base de couverture vive et l'adoption des systèmes avec herbicide dès l'année d'entrée en SCV. Ce type de système ne peut être pourtant installé qu'après une année de production de biomasse sur les parcelles.

1.1.3. Emergence et développement important des systèmes à base de couverture vive pour la campagne 2004-2005.

L'avantage majeur de la couverture vive est son installation facile en cas d'accès difficile à la biomasse (production de biomasse in-situ). Les premiers systèmes à base de couvertures vives adoptés étaient ceux à base de culture pure de légumineuses volubiles et ceux à base de *Brachiaria sp.*⁶ (cf. tableau 3).

Parmi les systèmes à couverture vive, l'association « maïs + légumineuses volubiles » s'est beaucoup développée. 48% des parcelles ont été emblavées en maïs associé aux légumineuses volubiles (maïs + dolique et maïs + niébé) contre 7% du système à base de

⁵ Maladie cryptogamique due au *Pyricularia grisea*. Cette maladie de riz est très rare au Lac Alaotra (voir nulle selon Raphaël Domas).

⁶ Graminée fourragère, appelée communément brachiaria.

brachiaria (manioc + brachiaria) et 3% en culture pure de légumineuse volubile (niébé) lors de la campagne 2004-2005. Le maïs associé aux légumineuses volubiles permet aux paysans de faire deux récoltes sur un même cycle. Cela explique pourquoi ce système a été le plus adopté lors des campagnes 2004-2005 et 2005-2006. Il a connu cependant un effet « yoyo » avec une baisse tendancielle à partir de la campagne 2006-2007. Les paysans ont eu tendance à alterner une couverture vive suivie d'une couverture morte. Le système le plus adopté a été la succession de « maïs + légumineuses volubiles » et du riz pluvial. De plus, le système à base de *Stylosanthes guianensis*⁷ a fait son apparition vers la campagne 2006-2007.

1.1.4. Le système avec herbicide préconisé pour l'année d'entrée en SCV.

Les campagnes 2004-2005 et 2005-2006 ont été les principales années d'entrée en SCV des parcelles suivies. Les agriculteurs ont commencé à employer des herbicides la première année d'entrée en SCV lors de ces campagnes. Deux grands types de systèmes avec herbicide ont été préconisés : (i) le système à base de riz pluvial avec stomp⁸ et (ii) le système sur couverture morte de *Cynodon dactylon* desséché au round-up⁹.

Le « riz avec stomp » consiste à implanter du riz pluvial sur un sol nu après un labour et un traitement d'herbicide de prélevé. Ce type de système a permis aux paysans de démarrer les techniques SCV sans avoir recours à un import de biomasse qui coûte cher. Pourtant, ce type de système ne s'est pas beaucoup développé, il ne concerne que 8% des parcelles installées en SCV pour la campagne 2004-2005 et 2% en 2005-2006.

L'utilisation obligatoire d'un herbicide de prélevé avec un coût élevé limite l'adoption de ce système. Pour la campagne 2004-2005, le stomp, avec une dose moyenne de 3,2 l/ha (sur 5 parcelles), a été l'herbicide le plus utilisé avec un coût moyen de 69 120 Ar/ha. Les paysans ont eu également des difficultés pour l'application de l'herbicide, notamment en raison des conditions d'humidité du sol¹⁰ limitant ainsi l'adoption de ce type de système.

Le système sur cynodon a été préconisé pour l'ouverture de jachère en SCV. Le système a également l'avantage de maintenir une couverture vive de cynodon en permanence. Il peut être reconduit d'une année à l'autre sans avoir recours à l'import de biomasse et à la réinstallation des plantes de couvertures. Cependant à cause de son exigence technique dans le

⁷Légumineuse pérenne appelée communément « stylo ».

⁸Herbicide de prélevée, sélectif du riz, matière active : PENDIMETHALINE, nom commercial : Stomp 500 EC et Alligator 400 EC.

⁹ Herbicide de post-levée sélectif du riz et du maïs, matière active : GLYPHOSATE, nom commercial : Round Up, Glyphader.

¹⁰Il faut que le sol soit bien humide (en 5cm de profondeur) afin que les graines des mauvaises herbes soient imbibées d'eau pour augmenter l'efficacité de l'herbicide, après 2 nuits de pluies. Le traitement doit être fait avant la levée de soleil.

traitement afin de contrôler suffisamment sans tuer les cynodons, aucun paysan n'a adopté le système continu sur couverture vive de cynodon.

1.1.5. Système fourrager, le devenir du système à couverture vive de brachiaria.

Le système fourrager, essentiellement la culture pure de brachiaria, a été surtout vulgarisé pour la ré-végétalisation des parcelles incultes. L'augmentation annuelle des surfaces destinées aux parcelles fourragères entre les campagnes 2005-2006 et 2007-2008 est de 18 à 37% des parcelles installées en SCV sur *tanety* (cf. tableau 3). Cela est dû particulièrement à l'abandon progressif par les paysans des systèmes à base de brachiaria (manioc associé au brachiaria) à la culture pure de brachiaria. La baisse entre 2008-2009 et 2009-2010 est due à la remise en cultures vivrières de certaines parcelles.

1.1.6. Adoption progressive du système à base de stylosanthes.

Entre 2005-2006 et 2007-2008, juste après la première année de sa vulgarisation, le système à base de stylosanthes a été étendu de 1% à 11% (cf. tableau 3). Cependant le taux d'adoption est resté plus ou moins stables au cours des deux dernières campagnes.

Ce système est, entre autre, apprécié sur *tanety* par les paysans grâce à sa faible exigence en apport d'engrais : il s'agit d'un système à bas niveau d'intrant, avec une forte production de biomasse. C'est un système « pérenne » mais une année de jachère de stylosanthes est nécessaire sur *tanety* pour avoir une quantité suffisante de biomasse pour servir de plantes de couverture. La préparation des parcelles doit être effectuée avant la saison de pluie parce que le stylosanthes est difficile à tuer en cas de retard. Les paysans utilisent le cocktail de 2,4-D¹¹ (1 l/ha) et du glyphosate (de 5 à 6 l/ha) pour traiter le stylosanthes en fin de saison sèche. Un simple fauchage au ras du sol en saison sèche avec un faible recours aux herbicides suffit. Mais le besoin important en main d'œuvre (de 200 à 300 h.j/ha) pour le fauchage limite cette pratique sur les parcelles à petite surface.

1.1.7. Retour au système conventionnel.

18% parcelles pérennisées ont été ré-labourées lors de la campagne 2009-2010. Les principales causes d'abandon sont d'ordre social (54%), de divagation sur les parcelles pérennisées (26%) et de problème financier pour l'achat des intrants au moment de l'installation (21%).

Certains paysans ont abandonné les techniques SCV tandis que d'autres ont innovés suivants les contraintes auxquelles ils sont confrontés.

¹¹ Herbicide de poste-levée sélectif des graminées, matière active : 2,4-D, nom commercial : herbextra,...

1.2. Les adaptations et les innovations paysannes sur les systèmes diffusés sur *tanety*.

Au cours des deux premières années d'adoption des SCV, l'encadrement technique a été affiné au niveau de l'exploitation. Des suivis et propositions du Programme de Travail Annuel (PTA) ont été encore effectués par les techniciens. Mais à partir de la troisième année, les paysans sont considérés comme autonomes. Ils choisissent les systèmes à installer et le système est donc ouvert.

Au bout de sept années d'intervention du projet BV Lac (depuis 2003-2004), des adaptations et des innovations sur les grands systèmes préconisés ont apparus.

1.2.1. L'évolution et les innovations sur le système à base de paillage.

Le système à base de couverture morte importée a été quasiment-bandonné vers la campagne 2006-2007. Seul un adoptant, dans la Vallée du Sud Est, continue à faire ce type de système sur *tanety*. Il cultive du brachiaria sur une parcelle juste pour servir de couverture pour les autres parcelles. Ce système lui permet de diversifier les cultures avec des valeurs ajoutées importantes sans produire de biomasses en système continu: maïs + légumineuse volubile // riz CM¹² // arachide CM // pomme de terre CM // arachide CM¹³.

L'évolution du système avec biomasses produites sur place a été intégrée aux autres systèmes (production de biomasse sur la parcelle, souvent couverture vive, suivie du système à base de paillage in-situ l'année suivante).

L'innovation majeure observée a été la récolte en épis (ou récolte à la panicule) du riz pluvial effectuée par trois exploitants (2 dans la ZNE et 1 dans la VSE) pour la campagne 2008-2009. Les objectifs des paysans sont surtout d'augmenter la biomasse sur les parcelles, de bien protéger le sol en saison sèche et de réduire les travaux supplémentaires pour l'épandage des mulch. Cette innovation a commencée à se propager sur les parcelles environnantes dans la Zone Nord Est.

1.2.2. L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes avec couverture vive de légumineuse en culture pure et/ou associés au maïs sur *tanety*.

La figure 1 synthétise les changements des pratiques paysannes sur le système « légumineuse volubile en culture pure » et « maïs + légumineuses volubiles ». Le nombre de parcelles, nombre de paysans et la surface totale concernés par la figure 1 est résumé dans le tableau ci-dessous.

¹²Sous couverture morte.

¹³Selon les conventions du GSDM : « / » désigne une succession intra-annuelle de cultures, la deuxième culture étant semée quelque jours ou quelques semaines après la récolte de la première (ou quelque jours avant, en relai), « // » désigne une succession interannuelle de cultures, les différentes années de cultures et « + » désigne une association de cultures dont le semis se fait en même temps ou décalé (culture en dérobée).

Tableau 4 : Evolution des surfaces des parcelles ayant été débutées par « maïs + légumineuses volubiles » ou « légumineuse volubile en culture pure » sur tanety.

Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	0,45	4,92	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47
Nombre de parcelles	2	19	77	77	77	77	77
Nombre des adoptants	2	14	39	39	39	39	39

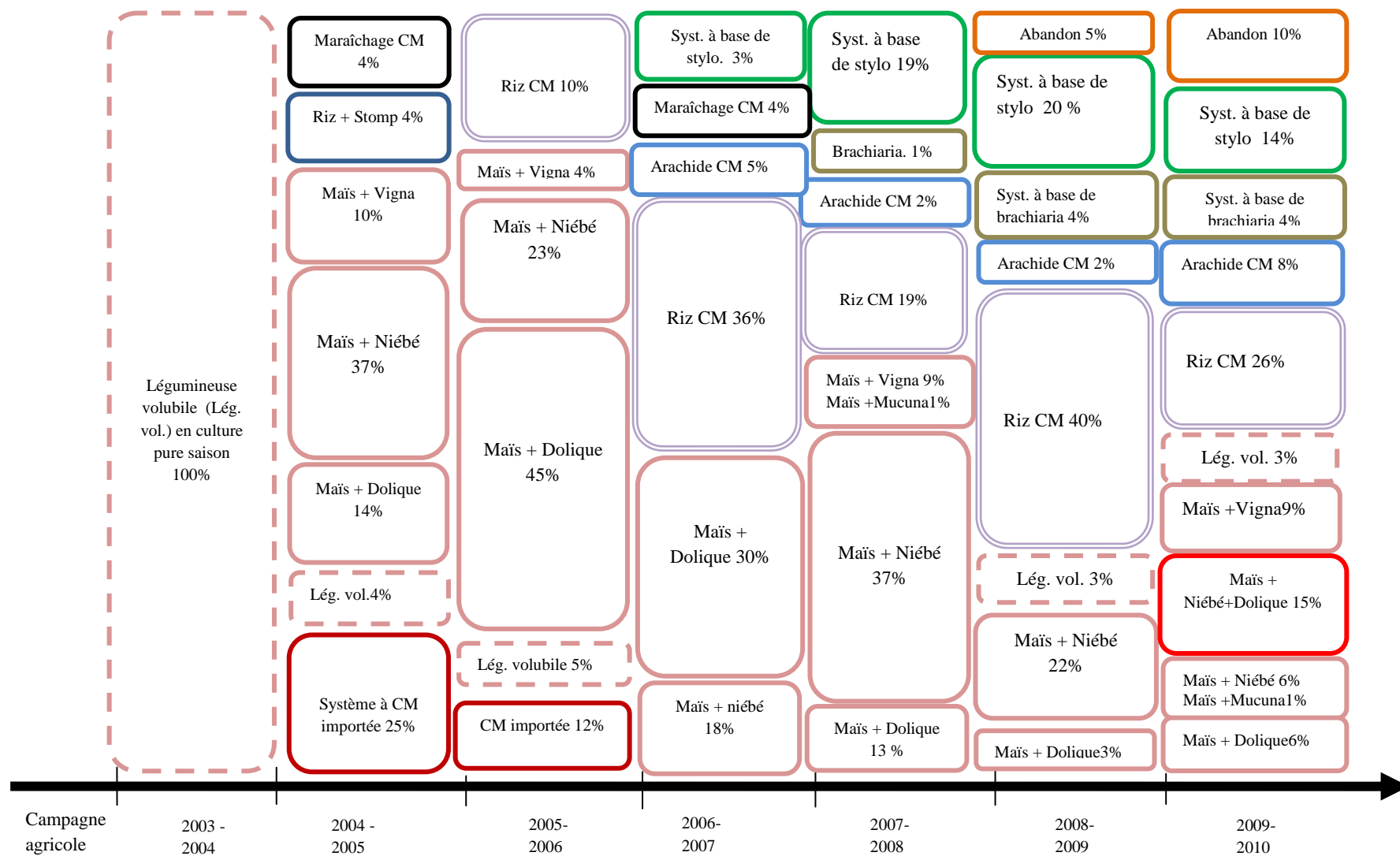


Figure 1 : Evolution des systèmes à base de couverture vive de légumineuse volubile en culture pure ou associée au maïs sur tanety.

1.2.2.1. La culture pure de légumineuse volubile, le premier système à base de couverture vive adopté mais pas très développé.

La première installation des systèmes à couverture vive a eu lieu en 2003-2004. Il s'agissait d'une simple culture pure de légumineuse volubile : 100% en culture pure de niébé (*Vigna unguilata*). Mais ce système ne s'est pas aussi bien développé au niveau des agriculteurs que l'association « maïs + légumineuses volubiles » : de 3 à 5% des parcelles entre 2004-2005 et 2009-2010 (cf. figure 1). Les principaux avantages cités pour ces systèmes sont :

- deux récoltes sur le même cycle,
- biomasse importante,
- pression de mauvaises herbes réduite,
- moins de traitement par rapport à la culture pure des légumineuses.

Les avantages agronomiques ressentis directement sont l'amélioration de la fertilité et de la structure du sol.

1.2.2.2. L'association « maïs + niébé » initialement très développée a été remplacée progressivement par « maïs + dolique ».

Le maïs associé au niébé a été très adopté lors de la campagne 2004-2005 : soit 37% des parcelles installées en couverture vive de légumineuses ou associé au maïs (cf. figure 1). Le niébé n'était pas une plante nouvelle au Lac Alaotra. Cette légumineuse volubile annuelle à cycle long (de 4 à 5 mois) a été ainsi facilement adoptée par les agriculteurs par rapport aux autres plantes de couvertures proposées tels que la dolique (*Lablab purpureus*), le vigna (*Vigna umbellata*) et le mucuna (*Mucuna pruriens*). L'apport protéique (graines comestibles) et les revenus supplémentaires procurés par le niébé sont aussi parmi les éléments importants de son adoption. Le niébé finit son cycle en saison sèche et bénéficie d'un prix intéressant sur le marché local (700Ar/kg prix moyen pour la campagne agricole 2004-2005).

L'association « maïs + niébé » (23%) a été remplacée progressivement par « maïs + dolique » (45%) lors des deux campagnes suivantes. Le niébé a été délaissé par les adoptants en raison de sa biomasse annuelle moins importante que celle de la dolique, qui conduit à des travaux de sarclage plus importants. La dolique se décompose moins rapidement que le niébé ou le vigna à cause de ses tiges plus ligneuses et assure ainsi une meilleure couverture du sol.

Pour avoir des semences de niébé, le traitement insecticide est obligatoire. L'insecticide le plus utilisé par les paysans est la Cyperméthrine¹⁴ à une dose de 0,25 à 0,28 l/ha avec 3 à 4 traitements pendant la période de floraison jusqu'à la formation des gousses. Une maladie virale¹⁵ sur les niébés, pendant la campagne 2005-2006, a réduit considérablement le nombre d'effectif des parcelles de « maïs + niébé » au profit de « maïs + dolique ».

La dolique est appréciée par les paysans pour les qualités suivantes : biomasse annuelle importante qui retient beaucoup plus d'humidité au sol, cycle long qui protège le sol en saison sèche, tolérance à la sécheresse grâce à son système racinaire puissant. Les semences de dolique étaient achetées par l'opérateur Semis Direct de Madagascar (SD-MAD) pour la campagne 2004-2005, ce qui a encouragé aussi les paysans à l'adopter.

1.2.2.3. Les associations « maïs + *Vigna umbellata* » et « maïs + *mucuna* » n'ont pas été très adoptées par rapport aux autres itinéraires.

Les adoptions de l'association « maïs + *Vigna umbellata* » et « maïs + *mucuna* » ont été plus lentes malgré leur taux de couverture du sol important : « maïs + vigna » de 4 à 10% entre 2004-2005 et 2009-2010, « maïs + *mucuna* » 1% entre 2007-2008 et 2009-2010 (cf. figure 1).

Le vigna et le *mucuna* étaient des cultures nouvelles pour les paysans. Le vigna supporte mal une forte sécheresse en fin de saison de pluies sur *tanety*. Le risque de ne pas avoir de biomasse suffisante est élevé en cas de semis retardé. Par contre, les paysans ont tendance à faire la culture en dérobée des légumineuses (de 10 à 15 jours après le semis du maïs) pour donner de avance au maïs et pour faciliter le semis des légumineuses. Le vigna commence, à revenir sur les parcelles en SCV depuis les trois dernières campagnes à cause de son prix intéressant, son bon goût par rapport aux autres légumineuses volubiles à graines consommables et avec l'appui du projet BV Lac par distribution des kits¹⁶ de semence de *Vigna umbellata*. Le *mucuna* n'est intéressant que pour les exploitations qui font de l'élevage porcin (aliment complémentaire des porcs).

¹⁴ Insecticide de contact, matière active : CYPERMETRINE, nom commercial : Cypercal 240 EC, Cypercal 50 EC, Agrimétrine 50 EC.

¹⁵ Selon TAFA, la variété la plus touchée est le SPLMA.

¹⁶ Les kits de semences proviennent de l'achat de semences aux agriculteurs. La distribution des kits a été pour objectif de fournir aux paysans les semences des plantes de couvertures difficiles à se procurer.

1.2.2.4. Les innovations paysannes sur l'itinéraire « maïs + légumineuses volubiles ».

Les adoptants reconnaissent l'importance du rôle de la biomasse sur les techniques SCV, mais leur objectif est aussi de produire des grains consommables qui valorisent bien leurs parcelles.

L'itinéraire « maïs + légumineuses volubiles » a été transformé par un exploitant. La combinaison des légumineuses à forte production de biomasse qui recouvrent les parcelles en saison sèche (la dolique) et de légumineuse à graine comestible (niébé) a été effectuée (« maïs + dolique + niébé »). Le maïs a été installé en un simple rang avec un interligne de 0,50 m et un écartement de 2 m entre deux lignes de maïs. Le niébé a été installé en deux rangs intercalés par un simple rang de dolique entre deux lignes de maïs. L'écartement a été conçu pour faciliter le traitement des légumineuses.

1.2.3. Adoption et innovation paysanne sur le système à base de stylosanthes.

Les adoptants ont commencé à introduire progressivement le stylosanthes dans la rotation lors de la campagne 2006-2007. Son intégration est pourtant lente par rapport aux autres systèmes à couverture vive (de 3 à 20% entre 2006-2007 et 2009-2010, cf. figure 1). La production suffisante de biomasse n'est obtenue qu'en deuxième année. Sa croissance est assez lente durant les premiers mois (temps nécessaire pour le développement des nodosités) ; il faut laisser alors en jachère les systèmes à base de stylosanthes la deuxième année d'installation pour avoir plus de biomasse. Or la mise en jachère des parcelles n'est possible que si l'exploitation a des réserves en terre cultivable.

Un paysan dans la ZNE ne veut pas laisser sa parcelle en jachère la deuxième année, il a ainsi installé du maïs dans le stylosanthes après le « riz + stylosanthes », ce qui donne : « riz + stylosanthes // maïs + stylosanthes ». Pour ne pas gêner le maïs, le stylosanthes a été contrôlé par fauche sur les lignes de semis. Ce type de système a permis de cultiver en système continu de stylosanthes et de réduire les doses d'herbicides éventuellement utilisées, sans ressemer les plantes de couverture.

De même, les adoptants ont rencontré des difficultés pour démarrer le système à base de stylosanthes par l'itinéraire « riz + stylosanthes ». Les travaux de sarclage ont été difficiles avec ce type d'itinéraire. La concurrence en lumière entre le riz et le stylosanthes limite le développement du stylosanthes en première année de son installation. Or le stylosanthes a du être exploité comme plante de couverture pour l'année suivante bien que son taux de recouvrement soit faible.

Un paysan dans la ZNE a adapté le système en installant un itinéraire à base de « arachide + stylosanthes » pour démarrer le système à base de stylosanthes. L'arachide a port

érigé relativement court réduit la concurrence en lumière avec le stylosanthes et l'utilisation éventuelle de sarclage chimique (2,4-D) a rendu faisable. L'année suivante, le paysan a installé du maïs dans le stylosanthes en première année suivi de riz pluvial sous couverture morte de stylosanthes : « arachide + stylosanthes // maïs + stylosanthes // riz pluvial ».

1.2.4. L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes à base de brachiaria sur tanety.

Le système à base de brachiaria le plus adopté a été le manioc associé au brachiaria. L'arachide ou le pois de terre associé au brachiaria n'est pas très développé en milieu paysan en raison de son exigence technique : semis tardif du brachiaria pour éviter la concurrence en lumière entre les deux plantes mais avec enracinement dans le sol avant la saison sèche. Malgré le fait que le système à base de brachiaria soit un système pérenne, il commence à disparaître dans les itinéraires paysans au profit de la culture pure de brachiaria (cf. tableau 5 et figure 2).

Tableau 5 : Evolution des surfaces initialement installées en « manioc + brachiaria » sur tanety.

Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale	0,65	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12
Nombre de parcelles	5	14	14	14	14	14
Nombre des adoptants	4	10	10	10	10	10

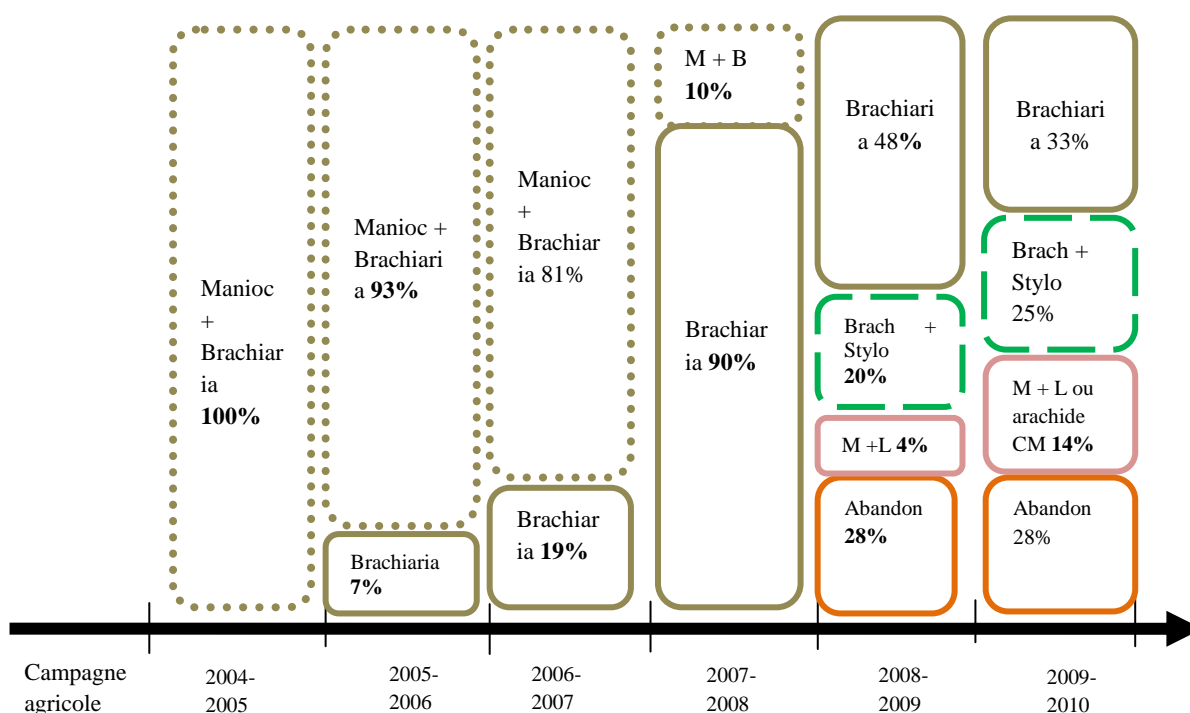


Figure 2 : Evolution de l'itinéraire manioc associé au brachiaria sur tanety.

L'itinéraire manioc associé au brachiaria a été abandonné par les paysans et les parcelles sont valorisées en culture de fourrage (46% en 2008-2009, cf. figure 2) ou en d'autres cultures vivrières (10% en 2008-2009) : « mais + légumineuses » et arachide sur paillage de brachiaria. Ce qui justifie la surface considérable des parcelles de fourrage pérennisée en SCV pendant les trois dernières campagnes.

L'itinéraire « manioc + brachiaria » n'a pas été très développé chez les adoptants à cause de leur exigence en travaux supplémentaires. La coupe régulière du brachiaria est obligatoire en saison sèche pour qu'il n'y ait pas de concurrence hydrique entre les deux plantes. En outre, la vente de manioc sur pied pendant la saison sèche est l'une des stratégies paysannes dans la zone du Lac Alaotra. Souvent les acheteurs refusent de déraciner les maniocs associés au brachiaria sous prétexte de la difficulté de récolte. Les paysans adoptants ont alors des difficultés pour vendre leur manioc aux champs ou bien ils doivent mobiliser de la main d'œuvre pour la récolte au moment des ventes.

Les avantages du « manioc + brachiaria » sont: rendement élevé (14.632 kg/ha en moyenne pour la campagne 2008-2009), meilleure décompaction du sol grâce au système racinaire puissant du brachiaria,... Pourtant, lors de la première année de son installation sur *tanety*, le sol n'est pas bien couvert avec ce type de système. La reprise des parcelles avec le système à base de brachiaria en culture vivrière exige aussi une forte dose d'herbicide (Glyphosate 360 g/l à la dose de 3 à 7 l/ha selon les espèces)¹⁷. Les parcelles de « manioc + brachiaria » ont été ainsi laissées en parcelle de fourrage ou abandonnées (remise en labour : 46% en 2008-2009).

1.2.5. L'évolution et l'innovation paysanne sur le système à base d'herbicide sur *tanety*.

La figure 3 représente l'évolution des systèmes sur les parcelles de *tanety* ayant débuté par le système à base d'herbicide. Le tableau 6 représente le nombre de parcelles, nombre des adoptants et surface totale concernés par la figure 3.

Tableau 6 : Evolution des parcelles conduites en systèmes sur herbicide l'année d'entrée en SCV.

Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	0,26	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Nombre de parcelles	3	10	10	10	10	10
Nombre des adoptants	3	8	8	8	8	8

¹⁷ Dose recommandée par BLR Madagascar.

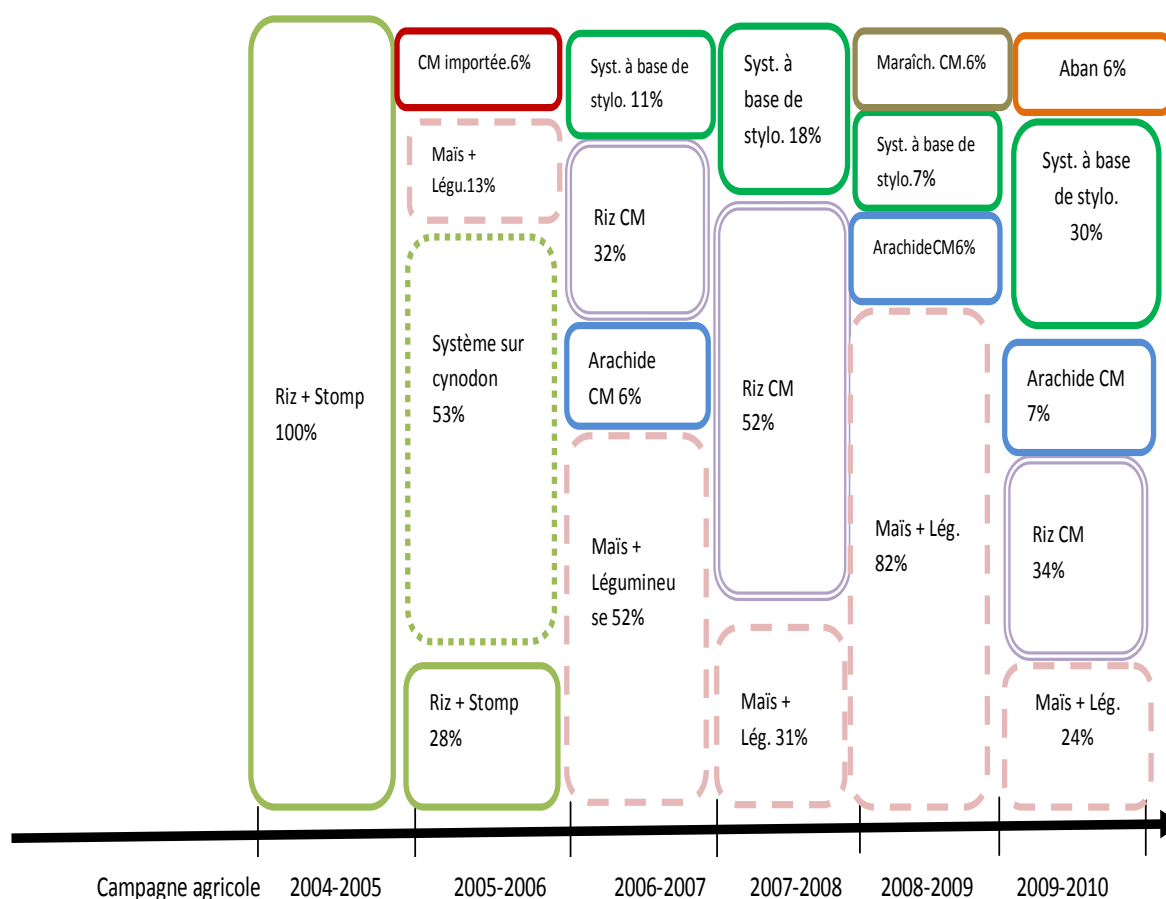


Figure 3 : Evolution des systèmes sur herbicide en pourcentage de surface sur tanety.

100% de parcelles installées avec des systèmes à base d'herbicide pendant la campagne 2004-2005 ont été conduites en « riz + stomp ». Pour la campagne suivante, 28% des parcelles ont été conduite en « riz + stomp » et 53% en culture sur cynodon desséché à l'herbicide total (cf. figure 3). Les systèmes sur cynodon ont pu être reconduits l'année suivante mais les paysans ont préféré utiliser la dose forte d'herbicide totale de 5l/ha¹⁸ (Glyphosate) dès la première année pour tuer les cynodons et les parcelles ont pu ainsi recevoir des systèmes à couverture vive notamment l'association « maïs + légumineuses » à partir de l'année suivante.

L'itinéraire « riz + stomp » n'a pas été très développé. Il a été pourtant transformé et adapté par les paysans. Dans le cas où la biomasse sur les parcelles est faible et le risque de ne pas maîtriser les mauvaises herbes est important, au lieu de remettre en labour les parcelles pérennisées en SCV, les paysans ont reconduit le système sur stomp. Les parcelles ont été

¹⁸ Dose recommandée par BRL Madagascar.

traitées avec du stomp avant la mise en place des cultures (même principe que du Glyphosate pour le nettoyage de parcelle).

2. Les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur les bas de pentes.

2.1. *Les tendances des pratiques paysannes sur bas de pente, tendances similaires que celles de tanety.*

Les parcelles sur les bas de pente ont été étudiées séparément à cause de la fertilité plus élevée du sol (sol colluvionnaire) par rapport aux autres niveaux de *tanety* (cf. tableau 7).

Tableau 7 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface de parcelles pérennisées sur bas de pentes.

Grands systèmes (%)	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous couverture morte importée	100						
Maïs + légumineuses volubiles		67	64	49	48	26	71
Système à base de brachiaria		17	7				
Système sur herbicide		16	5				
Système à base de paillage			13	39	26	26	19
Système à base de stylosanthes			6	6	20	29	4
Légumineuses volubiles en culture pure			5				
Riz CM / Légumineuse volubile				5	5		
Riz CM / Maraîchage CM					1	6	5
Retour en système conventionnel						13	1
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100

L'évolution des grands systèmes au niveau des bas de pentes ressemble à celle sur les *tanety*: elle passe du système sous couverture morte importée vers le système à base de couverture vive de maïs associé aux légumineuses et de stylosanthes. La différence entre les systèmes installés sur *tanety* et bas de pente est la forte proportion de « maïs + légumineuses volubiles » sur les bas de pente: de 67% à 71% des parcelles entre 2004-2005 et 2009-2010.

2.2. *Les adaptations et innovations paysannes sur bas de pente.*

Les innovations sur les grands systèmes diffusés sur les bas de pente sont similaires que celles des *tanety*. Seulement, la présence de source d'eau disponible près de certaines parcelles rend la culture de contre saison possible.

Certains adoptants ont alors adapté les grands systèmes préconisés sur les parcelles *baiboho* en installant sur les parcelles des bas de pente : la rotation intra-annuelle « riz / légumineuses volubiles ou maraîchage sur paillage ».

3. Les tendances des pratiques et innovations paysannes sur *baiboho*.

3.1. Une tendance vers l'adoption de deux grands types de systèmes sur *baiboho*.

Tous les systèmes installés pendant la campagne agricole 2002-2003 sont à base de couverture morte de paille de riz importé. Ce type de système n'a pas posé beaucoup de problèmes car les *baiboho* se situent près des parcelles des rizières (niveau de toposéquence). Pourtant ce type de système a été abandonné progressivement au profit des systèmes avec une production de biomasse sur la même parcelle (production de biomasses in-situ) (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées SCV sur baiboho.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous CM importée	100	21	3					
Légumineuse volubile		22	6	3			1	
Maïs + Légumineuse volubile		15	10	10	6	9	8	15
Maraîchage CM/Maraîchage CM		14	9	5	1			3
Système fourrager		12	5	13	13	10	6	3
Riz CM / Maraîchage CM		12	61	58	57	36	35	23
Riz CM / Légumineuse volubile		5	3	6	4	3	2	3
Riz CM / vesce ou maraîchage + vesce			3	5	16	39	37	27
Système à base de stylosanthes				1	2	3	4	4
Système à base de brachiaria							1	
Système conventionnel (retour)							5	23
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Le tableau montre une tendance vers l'adoption de deux grands types de systèmes sur *baiboho* : la rotation intra-annuelle de riz pluvial suivi de maraîchage sur paillage (riz CM / Maraîchage CM) et le système à base de vesce (riz CM / vesce en culture pure ou maraîchage + vesce).

3.1.1. Une faible adoption des systèmes à base de couverture vive de légumineuses volubiles, pas assez rémunérateur sur *baiboho*.

La culture pure des légumineuses en saison sur *baiboho* a été abandonnée en 2005-2006 (cf. tableau 8). Seul 6 à 15% de la surface totale des parcelles sur *baiboho* ont été emblavées de maïs associés aux légumineuses entre 2003-2004 et 2009-2010. La culture intra-annuelle « riz pluvial/ légumineuse volubile » n'a pas dépassée les 6% des parcelles pérennisées en SCV entre 2003-2004 et 2009-2010.

Le système avec couverture vive de légumineuses volubiles a une forte production de biomasse. Pourtant, il ne permet pas l'installation de maraîchage de contre saison puisque la parcelle est occupée par la plante de couverture jusqu'à la fin de la saison sèche. Or le revenu procuré par les cultures maraîchères est plus élevé que celui des graines de légumineuse volubile: marge brute¹⁹ de 416.521 Ar/ ha pour le niébé (la légumineuse volubile la plus cultivée), contre 1.362.035Ar/ha pour le haricot associé à la vesce en 2008-2009. Le marché des graines de *Vigna umbellata* et de *mucuna* n'est pas encore assuré.

3.1.2. Culture maraîchère sur paillage en saison et en contre saison : une stratégie de secours.

Certains paysans ont installé des cultures maraîchères en saison et en contre saison, mais ce type de système tend à disparaître à cause de sa durabilité limitée dans le temps (cf. tableau 8). Il ne permet pas de fournir de biomasse pour la culture suivante, l'apport de biomasse de l'extérieur est alors obligatoire pour l'année suivante. En fait, la rotation « maraîchage CM / maraîchage CM » n'a pas été adoptée en système continu.

Les paysans ont eu comme stratégie d'adopter ce système lorsqu'ils ont manqué de moyens financiers au moment de l'installation du riz pluvial en saison ou lorsqu'il y a eu un retard de la première pluie nécessaire qui a entraîné un chevauchement des travaux agricoles. Ils ont alors changé le PTA en intégrant une culture maraîchère au mois de janvier-février sur *baiboho*.

3.1.3. Les systèmes à base de brachiaria et culture fourragère délaissés sur les baiboho à faible niveau de risque.

Les systèmes fourragers n'ont pas été très adoptés sur *baiboho*, passant de 12 à 3% des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho* entre 2003-2004 et 2009-2010. Vu les faibles risques sur *baiboho* (moins d'inondation, moins de risque de sécheresse), les paysans ont valorisé les parcelles de *baiboho* en culture vivrière, notamment en riz pluvial.

3.1.4. La rotation intra-annuelle « riz en saison / maraîchage sur paillage en contre saison » bien diffusée depuis ses origines sur baiboho.

La succession de culture « riz pluvial / maraîchage paillé » a intéressé fortement les paysans dès la campagne 2004-2005. Grâce à son installation facile liée aux savoirs-faire des anciennes pratiques des paysans au Lac Alaotra, plus de 50% des parcelles pérennisées sur *baiboho* ont été conduites en riz en saison et maraîchage sur le mulch de riz en contre saison lors des campagnes 2004-2005 à 2006-2007(cf. tableau 8). Le revenu fourni par les cultures maraîchères en contre saison est considérable et permet d'alimenter l'exploitation en période de saison sèche.

¹⁹ Marge brute = produit brute – consommations intermédiaires, résultats BRL Madagascar 2008-2009.

Entre 2003-2004 et 2005-2006, les cultures de haricots et de pommes de terre sur mulch de riz, avec des marges brutes²⁰ respectives de 157.800Ar/ha et 1.788.150 Ar/ha en 2005, sont les itinéraires les plus adoptée. Les cultures de tomates, concombres, et pois de terres sur mulch de riz sont marginales.

La baisse tendancielle d'adoption du système à base de paillage depuis la campagne 2006-2007 est due essentiellement au développement du système à base de vesce.

3.1.5. Un développement massif des systèmes à base de vesce facile à maîtriser.

Depuis la campagne 2006-2007, le système sur un an « riz / vesce en culture pure ou vesce + maraîchage » a commencé à se développer sur *baiboho* (de 16% à 37% entre 2006-2007 à 2009-2010, cf. tableau 8).

Les agriculteurs s'intéressent à la vesce pour ses qualités de production de biomasse : taux de couverture importante en une année, tiges fines facilitant le traitement avant l'installation de la culture suivante. Ce type de système a permis à la fois aux paysans de produire de la biomasse et des cultures maraîchères en contre saison. Il a permis également la pratique de système en continu, sans avoir à réinstaller la vesce annuellement.

La vesce est une légumineuse annuelle. Pendant la saison des pluies, les graines de vesce tombées au sol sont en dormance, ce qui ne gêne pas la culture du riz. Dès le mois d'avril (après la récolte du riz) les graines de vesce commencent à germer naturellement et à recouvrir la parcelle et ainsi de suite.

3.1.6. Une adoption lente des systèmes à base de stylosanthes.

Seul de 1 à 4% des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho* ont été installées en système à base de stylosanthes entre 2005-2006 et 2009-2010 (cf. tableau 8). L'installation des cultures maraîchères est impossible en contre saison avec ce type de système. Les surfaces dédiées au système à base de stylosanthes sur *baiboho* sont alors limitées malgré une légère progression. Ils sont installés en priorité sur *baiboho* sableux avec risque un peu plus fort.

3.1.7. Les abandons des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho*.

23% des parcelles pérennisées sur *baiboho* ont été abandonnées lors de la campagne 2009-2010.

Sur ce total, 23% des parcelles ont été ré-labourées à cause du chevauchement des temps de travaux, 20% des problèmes de trésorerie au moment de la mise en place, 21% de la pratique de « tour de culture »²¹ ou le transfert de gestion des parcelles en héritage commun

²⁰ Résultats BRL Madagascar en contre saison 2005.

²¹ Cette pratique ne concerne que les parcelles en héritage non-partagé.

entre les héritiers, 17% des échecs des plantes de couvertures, 12% des reprises des parcelles par les propriétaires en métayages et 7% de l'installation de *Metharizium*²².

Parmi les parcelles abandonnées, 44% ont été reprises en SCV pour la contre saison 2010 avec l'installation de maraîchage sur le mulch de riz ou cultures maraîchères associée à la vesce.

3.2. Les adaptations et les innovations paysannes sur baiboho.

3.2.1. Des transformations marquées des systèmes sur baiboho en rotation intra-annuelle « riz/maraîchage ».

Le système « maïs + légumineuses volubiles » a évolué en rotation intra-annuelle « riz / maraîchage » sauf sur quelques parcelles où la culture de contre saison était impossible. Sur ce type de parcelle, les paysans ont effectué la rotation sur deux ans « maïs + légumineuses volubiles // riz ».

De même, le système à base de couverture morte importée suivi de maraîchage sur paillage, celui à base de culture pure de légumineuse volubile en saison et celui à base de « maraîchage CM/ maraîchage CM » ont été évolués en « riz / maraîchage ».

Malgré une faible proportion, certaines parcelles commencées en « riz/ maraîchage » ont évolué en systèmes à base de stylosanthes les deux dernières campagnes.

Le système à base de stylosanthes développé sur *baiboho* s'est transformé en « manioc + stylosanthes » sur deux ans suivi de riz pluvial.

3.2.2. Une fusion et réorganisation des systèmes « riz / légumineuse volubile », « riz/ maraîchage sur paillage » et « riz/ vesce » pour les adapter aux contraintes locales.

L'évolution de trois grands systèmes diffusés sur *baiboho* a été intégrée l'une de l'autre. L'objectif des paysans adoptants sur *baiboho* est de produire à la fois du riz et de la biomasse chaque année. La figure 4 montre le changement des pratiques et les innovations paysannes réalisées sur le système « riz / légumineuse volubile » et « riz / maraîchage sur paillage » avec l'émergence et le progrès rapide du système à base de vesce. Le tableau 9 synthétise le nombre de parcelles, nombre de paysans et surface totale concernés par la figure 4.

²² Essai sur le traitement biologique des insectes terrioles.

Tableau 9 : Evolution des surfaces des parcelles ayant débutée l'itinéraire « riz/ légumineuse volubile » et « riz/ maraîchage sur paillage ».

Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	1,47	4,48	7,51	7,51	7,51	7,51	7,51
Nombre de parcelles	13	34	57	57	57	57	57
Nombre des adoptants	11	25	35	35	35	35	35

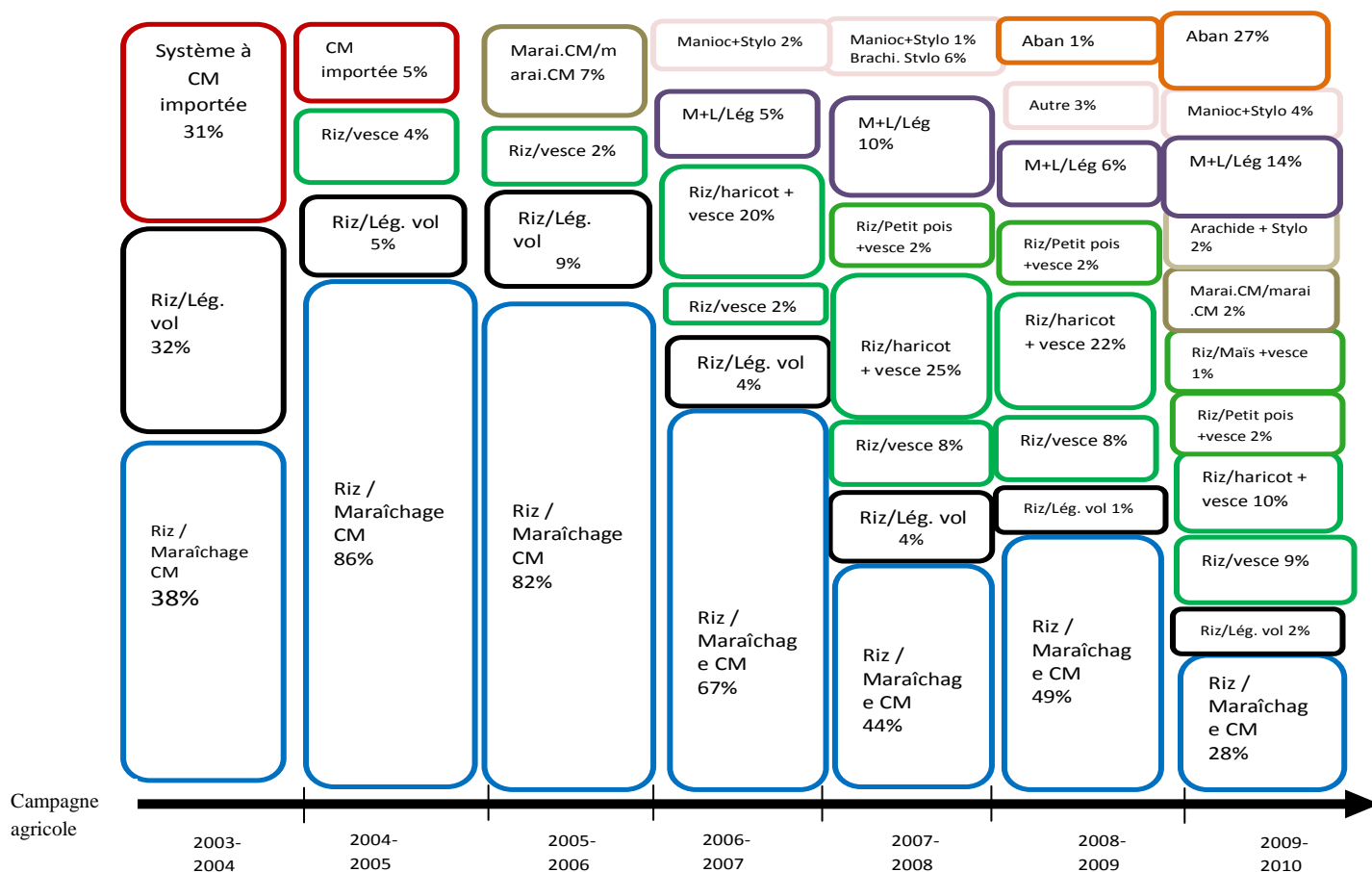


Figure 3 : Evolution des systèmes « riz / maraîchage sur paillage », « riz / légumineuse volubile » et « riz/ vesce » sur baiboho.

3.2.2.1. L'abandon progressif du système « riz / maraîchage sur paillage ».

Le système « riz/ maraîchage sur paillage » a été le premier système le plus développé sur *baiboho* (campagne 2003-2004) grâce à son installation facile et sans investissements nouveaux en contre saison. Mais une diminution marquée des surfaces dédiées à ce type de système a été observée depuis l'adoption du système « riz /vesce » (cf. figure 4).

Les systèmes à base de paillage de riz ne fournissent pas de biomasse pour la culture de riz suivante. Les cultures maraîchères ne donnent que de faible quantité de biomasse. L'apport supplémentaire de mulch est alors obligatoire.

3.2.2.2. Adoptions et innovations paysannes sur les systèmes à base de vesce.

La première installation du système à base de vesce sur *baiboho* a eu lieu pendant la campagne 2004-2005: riz en saison et vesce en contre saison. La vesce a été installée en culture pure en contre saison, au mois de mai – début juin après la récolte de riz (avril). Elle a été détruite à partir du mois de septembre avant l'installation du riz pluvial de la saison suivante. La vesce redémarre généralement toute seule par reprise naturelle des graines tombées sur le sol. Cela permet ainsi de conduire les parcelles en système pérenne avec une production de biomasse importante de légumineuse annuelle. Elle ne produit pas pourtant des graines comestibles pour l'exploitation.

Le système « riz / haricot + vesce » a été ainsi installé par les paysans pour produire à la fois des plantes de couvertures et des grains consommables pour la campagne 2005-2006 (cf. figure 4). Pourtant à cause de l'effet d'ombrage de la vesce, des travaux d'éclaircissement de la culture de haricot nécessitant de 15 à 20 h.j/ha supplémentaires ont dû être effectués avant la floraison et après la formation des gousses.

D'autres paysans ont installé le petit pois associé à la vesce en contre saison (2% en 2006-2007 « riz / petit pois + vesce », cf. figure 4). Mais ce dernier ne s'est pas développé et reste marginal jusqu'à cette dernière campagne (2% en 2009-2010) en raison de son exigence en travail pour le tuteurage et la demande au marché reste encore limitée.

La collaboration entre projet BV Lac / opérateur / technicien / paysan dans la VSE a pu mettre en place le système riz pluvial en saison et « maïs + vesce » en contre saison. Les rendements obtenus ont été satisfaisants. Pour la campagne 2008-2009, sur une parcelle de 0,12 ha et en 4^{ème} année de SCV, le riz pluvial en saison a donné 5.400 kg/ha avec un apport de fumure organique (F.O) de 2.571 kg/ha et sans apport d'engrais minéraux. En contre saison avec un apport de 2.571 kg/ha de F.O et de 50 kg/ha de NPK, le rendement de maïs a été de 2.000 kg/ha et 50 kg/ha de vesce.

Vu que le maïs est très sensible aux stress hydrique, le paysans l'a installé dès le début du mois d'avril, juste après la récolte du riz pour bénéficier de plus d'eau et pour donner de l'avance au maïs par rapport à la vesce. Le maïs, suffisamment haut n'est alors pas gêné par le développement important de la vesce, grâce à son port érigé. Cependant l'inconvénient constaté du système « riz / maïs + vesce » est son exigence en engrais. L'apport des éléments fertilisants est obligatoire.

4. Les tendances des pratiques paysannes sur les RMME pérennisées en SCV.

4.1. Des unités agronomiques à haut risque avec une faible pérennisation des SCV.

Seulement 5% des parcelles suivies sont des RMME pérennisées en SCV. Parmi les 9 parcelles étudiées, 35% ont été ré-labourées lors de la campagne 2009-2010, en raison essentiellement des ensablements et à la reprise des parcelles par les propriétaires. Une de ces parcelles est pourtant en sixième année des SCV pour la campagne agricole 2008-2009.

Le premier système installé sur les RMME était à base de couverture morte importée. Le système « riz/maraîchage sur paillage » a été remplacé progressivement par le système à base de vesce qui est passé de 3 à 53% des parcelles entre les campagnes agricoles 2005-2006 à 2008-2009 (cf. tableau 10).

Tableau 10 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles conduites en SCV sur les RMME.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système avec CM importée	100	100	12					
Riz CM/Maraîchage CM			53	78	53	28	28	36
Maïs + Légumineuses volubiles			35			19		7
Riz CM/Légumineuse volubile				19				
Riz CM/Vesce ou maraîchage + Vesce				3	38	53	53	22
Légumineuse volubile					9			
Système conventionnel (retour)							19	35
Total (en %)	100	100	100	100	100	100	100	100

4.2. Les adaptations et innovations paysannes sur les RMME en SCV.

Des systèmes spécifiques ont été diffusés sur les RMME depuis 2003-2004. Les SCV ne sont qu'une portion de paquets techniques préconisés sur RMME. L'innovation majeure sur les RMME a été l'introduction de la variété flexible ou plastique SEBOTA et la culture de contre saison de la vesce. Les innovations paysannes sur les SCV en RMME ont été surtout la culture maraîchère associée à la vesce en contre saison : « haricot + vesce », « petit pois + vesce » et « poivron + vesce ».

5. Synthèse sur les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur les grands systèmes et les itinéraires préconisés.

Le tableau ci-après synthétise l'évolution d'adoption des grands systèmes préconisés et les adaptations/ innovations paysannes depuis l'introduction des SCV au Lac Alaotra.

Tableau 11 : Tableau synthétique des tendances des pratiques et des innovations paysannes.

Toposéquence	Grand système	1ère campagne de diffusion	1ère campagne d'adoption	Evolution d'adoption	Innovations/adaptations
<i>tanety</i> et bas de pente	Système sous couverture morte importée	2000-2001	2002-2003	abandonné	
	Légumineuse volubile en culture pure de saison	2003-2004	2003-2004	quasi-abandonné	
	Système à base de brachiaria	2000-2001	2004-2005	régression	
	Maïs + légumineuses volubiles	2000-2001	2004-2005	varié	+ + +
	Système à base de paillage produit in-situ	2003-2004	2003-2004	varié	+ +
	Système à base d'herbicide	2003-2004	2004-2005	sans évolution	+
	Système fourrager	2000-2001	2005-2006	en progrès	
<i>Baiboho</i> et RMME	Système à base de stylosanthes	2005-2006	2005-2006	en progrès	+ + +
	Système sous couverture morte importée	2000-2001	2002-2003	abandonné	
	Légumineuse volubile en culture pure de saison	2003-2004	2003-2004	quasi-abandonné	
	Maraîchage CM/ Maraîchage CM	2003-2004	2003-2004	régression	+
	Système fourrager	2000-2001	2003-2004	régression	
	Riz CM / Maraîchage CM	2003-2004	2003-2004	régression	
	Riz CM / Légumineuse volubile	2003-2004	2003-2004	régression	
	Maïs + Légumineuse volubile	2000-2001	2003-2004	varié	
	Riz CM / vesce	2004-2005	2004-2005	en progrès	+ + +
	Système à base de stylosanthes	2005-2006	2005-2006	en progrès	
	Système à base de brachiaria	2000-2001	2008-2009	quasi-nul	

Certains systèmes ont été facilement adoptés tandis que d'autres nécessitent des années d'acquis de « savoir » avant d'être adopté. Certains entre ces systèmes étaient déjà appropriés par les paysans.

Le système « maïs + légumineuses volubiles » et le système à bas de stylosanthes ont été les systèmes les plus innovés sur *tanety*. Le système à base de vesce a été le système le plus modifié sur *baiboho* et RMME.

Les adaptations sur les « grands systèmes » préconisés et les itinéraires sont encore relativement marginales et peu d'adaptation par rapport au modèle préconisé ont été observées. Elles sont surtout liées (i) aux gestions de mauvaises herbes : récolte à la panicule de riz pluvial sur *tanety*, association de la dolique et niébé avec le maïs sur *tanety*, reconduit du traitement de l'herbicide de prélevé sur les parcelles pérennisées en SCV sur *tanety*, (ii) aux objectifs des paysans : introduction de maïs dans le stylosanthes en première année, introduction de la culture de haricot dans la culture pure de vesce en contre saison (iii) et aux contraintes techniques : installation de l'itinéraire « arachide + stylosanthes » pour démarrer le système à base de stylosanthes sur *tanety*,... Les innovations paysannes observées ont été surtout sur les successions/rotations culturales.

CHAPITRE 2 : LA DURABILITE AGRONOMIQUE DES SYSTEMES SCV ADOPTES PAR LES PAYSANS.

Ce chapitre évalue les différents systèmes de culture réellement adoptés par les paysans selon la toposéquence. Les systèmes de cultures recensés ont été classifiés suivant leurs importances en surfaces. Les performances agronomiques et économiques de chaque type de système seront analysées dans la partie 1. La partie 2 étudie la durabilité de chaque système de culture suivant les variations climatiques et les variations des apports en fumure organique et minérale.

Encadré 2 : Rotation et succession culturale.

1. **La rotation** est la répétition sur une même parcelle d'une succession ordonnée pluriannuelle de culture. Au contraire, si l'ordre et la nature des cultures ne sont pas conservés, on parle d'une **succession de culture** (Mémento de l'Agronome, 2002).
2. Selon les conventions du GSDM :
 - « / » désigne une **succession intra-annuelle de cultures**, la deuxième culture étant semée quelque jours ou quelques semaines après la récolte de la première (ou quelque jours avant, en relai),
 - « // » désigne une **succession interannuelle de cultures**, les différentes années de cultures et
 - « + » désigne une **association de cultures** dont le semis se fait en même temps ou décalé (culture en dérobée).

1. Les rotations / successions de cultures avec les techniques SCV pratiquées par les adoptants.

1.1. Les systèmes de cultures adoptés sur tanety.

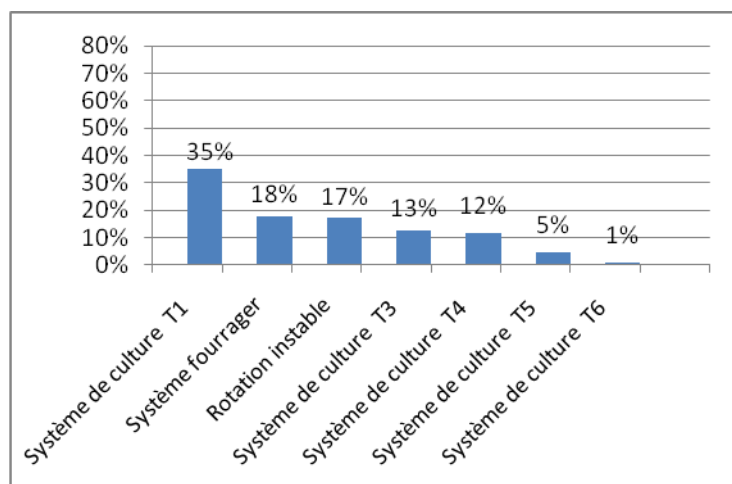
1.1.1. Valorisation contrastées de *tanety* entre la ZNE et la VSE avec des nouvelles gammes de systèmes de cultures.

Les systèmes sur *tanety* ont été très développés dans la Zone Nord Est (cf. tableau 12). La valorisation des parcelles de *tanety* est différente dans les deux zones à cause de leur topographie. Vue la surface importante de *baiboho* et des rizières dans la Vallée du Sud Est, les paysans valorisent moins les parcelles de *tanety* en cultures vivrières. 56% des parcelles pérennisées sont des soles fourragères et 19% des parcelles de *brachiaria* qui été débutées en

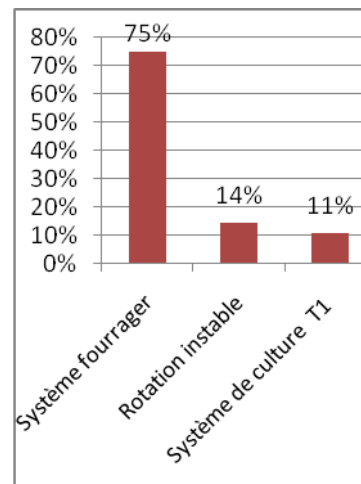
culture de « manioc + brachiaria ». A l'inverse, 82% (système de culture T1 à T6) des parcelles dans la Zone Nord Est ont été exploitées en culture vivrière (cf. graphe 1 et 2).

Tableau 12 : Surface totale et nombre de parcelles et d'adoptants suivi sur tanety.

Campagne agricole	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)			4,5	18	18	18	18	18
Surface totale VSE (ha)	0,54	0,9	2,26	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59



Graphe 1 : Système de culture en pourcentage de surface sur tanety dans la ZNE.



Graphe 2 : Systèmes de culture en pourcentage de surface sur tanety dans la VSE.

Nombre total des parcelles	2	5	33	119	119	119	119	119
Nombre total des adoptants	1	3	20	56	56	56	56	56

La rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » (Système de culture T1) est le système le plus adopté dans les deux zones. Elle est la rotation standard préconisée sur *tanety*.

48% des parcelles sur *tanety* dans la ZNE sont installées en systèmes de culture innovants (Système de culture T3, T4, T5 et T6).

17% des parcelles sur *tanety* dans la ZNE et 14% dans la VSE sont conduites en système de culture non-identifiable (rotation culturelle pas encore fixée).

Sept types de système de culture, avec des proportions variables, ont été identifiés sur *tanety*.

1.1.1.1. Système de culture T1 : rotation biennale du type « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ».

C'est le système qui permet de produire le maximum de riz sur *tanety* avec les techniques SCV. C'est également le système de culture préconisé par les opérateurs de diffusion dans la région du Lac Alaotra.

Deux sous-systèmes ont été identifiés²³ :

- **SC T11 : rotation biennale « maïs + légumineuses // riz pluvial »** (32% des parcelles dans la ZNE, 3% des parcelles dans la VSE) et
- **SC T12 : rotation biennale « riz pluvial // maïs + légumineuses »** (ZNE : 8%, VSE : 3%).

Le système SC T11 correspond à un système commencé sur une couverture vive de maïs associé aux légumineuses. Le SC T12 est un système installé à l'aide d'herbicide de prélevé : « riz + stomp ».

Tableau 13 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le système de culture T1.

Campagne agricole		2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2533	2596	2611	2295	2217	2472
	Nombre d'échantillon	4	22	11	22	11	20
	Coefficient de variation	11%	14%	13%	16%	21%	18%
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 980	2338	2572	2302	2621	2918
	Nombre d'échantillon	1	11	22	11	21	11
	Coefficient de variation		19%	21%	31%	26%	24%

1.1.1.2. Système de culture T2 : système fourrager.

Deux types de systèmes ont été adoptés :

- **SC T21: soles fourragère** (ZNE : 2%, VSE : 56%),
- **SC T22 : système manioc associé au brachiaria de 2 à 3 ans évoluant en système pérenne de brachiaria** (ZNE : 11%, VSE : 14%).

Ces systèmes sont adoptés par les paysans éleveurs. Pour le système SC T21, la culture pure de brachiaria est la plus fréquente. Le système « brachiaria + stylosanthes » a commencé à être adopté lors des deux dernières campagnes (de 20% à 25% des parcelles).

8% des parcelles fourragères (SC T21) ont été reprises en culture vivrière pour la campagne 2009-2010. Et 24% des parcelles issues du système SC T22 ont été valorisées en

²³ Il s'agit d'un même système, mais la tête de rotation est différente.

culture de « maïs + légumineuse » ou arachide (rendement moyen sur 2 parcelles : 1002 kg/ha en 2009-2010) sur couverture morte de brachiaria pour les campagnes 2008-2009 et 2009-2010 (cf. tableau 15).

Tableau 14 : Rendement de manioc et de maïs pour le système SC T22.

	Campagne agricole	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Manioc	Rendement moyen (kg/ha)	8565	11 859	11 600		
	Nombre d'échantillon	3	3	1		
	Coefficient de variation	3%	18%			
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)				2020	2367
	Nombre d'échantillon				1	3
	Coefficient de variation					13%

1.1.1.3. Système de culture T3 : introduction de la culture d'arachide dans la rotation de base « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ».

Ce type de système est le plus adopté chez les paysans dont le démarrage de la campagne dépend essentiellement de l'accès au crédit agricole. En cas de retard de déblocage du crédit, des cultures peu exigeantes en intrant sont installées. C'est le cas de la culture d'arachide.

Les agriculteurs modifient le PTA et introduisent également de l'arachide dans la rotation lorsqu'il y a un retard de la première pluie utile. La prise de décision dépend, entre autre, de l'arrivée de la première pluie : (i) entre le 15 et le 30 décembre : choix des variétés à cycle court sans modification du PTA (riz à cycle court: FOFIFA 154, B22, SEBOTA, maïs à cycle court : IRAT 200, CIRAD 412), (ii) au delà de cette date buttoir : installation d'arachide (avant le 15 janvier culture de l'arachide de variété *menakely*, après le 15 janvier mise en place de la variété *vanga*).

Quatre sous-systèmes ont été identifiés :

- ***SC T31 : rotation quinquennale « maïs + légumineuses // riz pluvial // maïs + légumineuses // riz pluvial // arachide » (ZNE : 5%),***
- ***SC T32: rotation quinquennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // arachide // maïs + légumineuses // riz pluvial » (ZNE : 4%),***
- ***SC T33 : rotation quadriennale « maïs + légumineuses // arachide // maïs + légumineuses // riz pluvial » (ZNE : 2%),***
- ***SC T34 : rotation triennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // arachide » (ZNE : 1%).***

Tableau 15 : Rendement de maïs, riz pluvial et arachide pour le SC T3.

Spéculations / Campagnes agricoles		2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2661	2559	2717	2397	2728	2581
	Nombre d'échantillon	1	9	6	4	5	4
	Coefficient de variation		11%	25%	16%	19%	6%
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)		3170	2195	2 026	2570	2888
	Nombre d'échantillon		1	2	1	4	4
	Coefficient de variation			8%		40%	15%
Arachide	Rendement moyen (kg/ha)				1033	918	1 244
	Nombre d'échantillon				5	1	2
	Coefficient de variation				11%		33%

1.1.1.4. Système de culture T4 : introduction de l'itinéraire « riz pluvial » dans le système continu de maïs associé aux légumineuses volubiles.

Ce système se rencontre surtout dans les petites exploitations (non-autosuffisantes en riz, peu ou pas de RI / RMME >1,5 ha, *tanety* >1ha) qui n'ont ni des ressources suffisantes en fumier ni des moyens financiers pour apporter des engrais minéraux sur les parcelles de *tanety*. La production est principalement destinée à la vente.

Deux sous système de culture ont été identifiés :

- **SC T41 : rotation quinquennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial » ou « maïs + légumineuses // riz pluvial // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses »** (ZNE : 5%),
- **SC T42 : rotation quadriennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial »** (ZNE : 7%).

Tableau 16 : Rendement de maïs et riz pluvial pour le SC T4.

Campagne agricole		2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2480	2526	2864	2315	2049	2595
	Nombre d'échantillon	1	10	8	9	5	7
	Coefficient de variation		15%	9%	8%	17%	10%
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)			2431	2427	2146	3000
	Nombre d'échantillon			2	1	5	2
	Coefficient de variation			7%		27%	17%

1.1.1.5. Système de culture T5 : système continu de « maïs + légumineuses volubiles »

Cet itinéraire a été adopté marginalement. La durabilité de ce système est assurée par les légumineuses.

Tableau 17 : Rendement du maïs pour le SC T5.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2 175	2666	2923	2380	2508	2733
	Nombre d'échantillon	1	6	6	6	3	3
	Coefficient de variation		21%	11%	6%	7%	16%

1.1.1.6. Système de culture T6 : introduction de l'itinéraire « manioc + stylosanthes » à cycle long dans la rotation de base.

Un paysan a innové dans le système de culture préconisé en insérant un manioc à cycle long (variété *miandrazaka*) dans la rotation de base : **rotation quadriennale « riz pluvial // maïs + légumineuses volubiles // manioc + stylosanthes 2 ans »** (ZNE : 1%).

Sa stratégie a été de limiter les mauvaises herbes (notamment les Cypéracées) sur ses parcelles. Dans la rotation « maïs + dolique // riz pluvial », la légumineuse ne couvre totalement la parcelle que vers la fin de janvier, début février. Or les adventices sont déjà très développés à cette période. Ainsi le paysan a introduit le « manioc + stylosanthes » dans la rotation. Deux cycles des mauvaises herbes sont ainsi réduits par l'effet d'ombrage. Il a installé le « manioc + stylosanthes » sur 2 ans au mois de décembre (au lieu du mois de mars pour les cultures conventionnelles) pour que le stylosanthes s'implante avant la saison sèche.

Tableau 18 : Rendement de maïs, riz pluvial, manioc pour le SC T6.

	Campagne agricole	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)		2 000			
	Nombre d'échantillon		1			
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 411				3721
	Nombre d'échantillon	1				1
Manioc	Rendement moyen (kg/ha)			0	14200	
	Nombre d'échantillon			1	1	

1.1.1.7. Système de culture T7 : rotation instable.

17% des parcelles dans la Zone Nord Est et 14% dans la Vallée du Sud Est n'ont pas été encore conduite avec des rotations fixées. La succession des cultures n'a pas été encore ordonnée sur deux ou plusieurs années. Deux grandes tendances ont été identifiées :

- **SC T71 : système introduisant la culture d'arachide** (ZNE : 5%, VSE : 1%),
- **SC T72 : système introduisant la couverture vive de stylosanthes** (ZNE : 9%, VSE : 11%).

Les rendements de riz pluvial et du maïs sont très hétérogènes pour le système SC T72 (cf. tableau 19).

Tableau 19 : Rendement de maïs, riz pluvial et arachide pour le système SC T71.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2595	2282	2806	2465	2621	3000
	Nombre d'échantillon	1	5	3	5	3	1
	Coefficient de variation		12%	15%	12%	11%	
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2133	3120	2079	2298	1341	2262
	Nombre d'échantillon	1	1	1	2	1	2
	Coefficient de variation				31%		5%
Arachide	Rendement moyen (kg/ha)			1033		863	1000
	Nombre d'échantillon			3		2	2
	Coefficient de variation			6%		45%	0%

Tableau 20 : Rendement de maïs, riz pluvial, arachide et manioc pour le système SC T72.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs + légumineuse	Rendement moyen (kg/ha)	2364	2617	2622	1785		2773
	Nombre d'échantillon	3	12	6	4		2
	Coefficient de variation	20%	17%	13%	43%		1%
Maïs + Stylosanthes	Rendement moyen (kg/ha)				2172	2123	
	Nombre d'échantillon				1	1	
	Coefficient de variation				0%	0%	
Riz pluvial sous CM	Rendement moyen (kg/ha)	1850	1525	2431	1547	1879	1700
	Nombre d'échantillon	1	2	5	3	4	1
	Coefficient de variation		26%	20%	77%	31%	
Riz + stylosanthes	Rendement moyen (kg/ha)				1514	3037	1957
	Nombre d'échantillon				2	3	2
	Coefficient de variation				5%	8%	62%
Arachide + Stylosanthes	Rendement moyen (kg/ha)				1118		912
	Nombre d'échantillon				1		1
	Coefficient de variation				0%		0%
Manioc + Stylosanthes	Rendement moyen (kg/ha)		0	12571			10865
	Nombre d'échantillon		1	1			2
	Coefficient de variation		0%	0%			48%

1.1.2. Etude comparative de performances agro-économiques des systèmes de cultures sur tanety.

1.1.2.1. *Les avantages et contraintes comparés des systèmes de cultures sur tanety.*

Les atouts et contraintes de chaque système de culture sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : Les avantages et contraintes des systèmes de culture sur tanety.

Système de culture	Avantages	Inconvénients
SC T1	<ul style="list-style-type: none"> – Production de biomasse une année sur deux, – Production de riz une année sur deux ou sur 1/2 des parcelles²⁴, – Taux de Couverture du sol assez élevé, – Possibilité d’interrompre le cycle vital des organismes nuisibles au riz (comme la pyriculariose) 	<ul style="list-style-type: none"> – Système intensif en engrais (culture successive de céréale), – Système intensif en main d’œuvre – Système adapté aux sols moyennement riches à riches seulement, – Maîtrise plus ou moins facile de la biomasse et des mauvaises herbes suivant le type (produisant peu ou beaucoup de biomasse) et de la date d’installation des légumineuses.
SC T2	<ul style="list-style-type: none"> – Intégration agriculture-élevage, – Bonne qualité de fourrage : graminée et légumineuse (brachiaria + stylosanthes), – Système adapté aux sols pauvres, – Valorisation des parcelles incultes : ré-végétalisation, – Meilleure restructuration du sol par le système racinaire puissant du brachiaria, – Production importante de biomasse, – Taux de couverture du sol élevé, – Forte fixation de carbone dans le sol, – Système pérenne, – Multiplication facile du brachiaria par éclat 	<ul style="list-style-type: none"> – Dose forte d’herbicide nécessaire pour la reprise de la parcelle en culture vivrière (GLYPHOSATE 5l/ha²⁵) – Apport d’engrais azoté obligatoire pour lutter contre la faim d’azote pour la reprise de la parcelle en culture vivrière, – Système intensif en main d’œuvre : fauchage régulier obligatoire pour l’itinéraire « manioc + brachiaria » pour éviter la concurrence hydrique entre les 2 plantes en saison sèche, – Difficulté de récolte du manioc associé aux brachiaria, – Récolte de grains de brachiaria et du stylosanthes

²⁴ Pour la rotation sur deux ans de « maïs + légumineuse // riz », si on raisonne au niveau parcellaire la production de riz est sur 2 ans. Mais si on ramène le raisonnement au niveau de l’exploitation, les paysans doivent produire du maïs et du riz tous les ans, un assolement dont 1/2 des parcelles en maïs et 1/2 des parcelles en riz doivent ainsi être faits et la production du riz est de 1/2 des parcelles.

²⁵ Dose recommandée par BRL Madagascar.

Système de culture	Avantages	Inconvénients
	<p>de souches,</p> <ul style="list-style-type: none"> – Porte d'entrée aux systèmes SCV, 	<p>difficile.</p>
SC T3	<ul style="list-style-type: none"> – Installation d'un système extensif en intrant et en travail (arachide) au cas où les moyens financiers et/ou les mains d'œuvre disponibles de l'exploitation sont limités, – Installation d'une culture à cycle court (arachide) en cas de retard de la première pluie nécessaire, – Le SC T33 est le plus performant parmi les 4 sous-systèmes : production de biomasse 1/ 2 an, productif (cf. annexe 11). 	<ul style="list-style-type: none"> – Production de riz pluvial sur < 1/2 des parcelles, – Faible production de biomasse au niveau parcellaire pour le système SC T31, – Taux de couverture du sol moindre pour le système SC T31, – Risque élevé de ne pas maîtriser les biomasses sur la parcelle pour le système SC T31.
SC T4	<ul style="list-style-type: none"> – Production importante de biomasse, – Bonne maîtrise des mauvaises herbes, – Système adapté sur sols pauvres, – Taux de couverture du sol élevé, – Possibilité d'intégration agriculture-élevage pour la valorisation de la production de maïs : élevage porcin ou aviaire. 	<ul style="list-style-type: none"> – Production de riz pluvial sur < 1/2 des parcelles – Vulnérabilité élevée des légumineuses installées sur 3 ou 4 ans successifs face aux attaques des insectes et des maladies,
SC T5	<ul style="list-style-type: none"> – Production de biomasses importantes, – Bonne maîtrise des mauvaises herbes, – Taux de couverture du sol élevé, – Possibilité d'intégration agriculture-élevage pour valoriser la production du maïs : élevage porcin ou aviaire. 	<ul style="list-style-type: none"> – Système qui ne produit pas de riz, – Vulnérabilité élevé des légumineuses installées tous les ans, – Système intensif en intrant (succession de céréales) et en travail
SC T6	<ul style="list-style-type: none"> – Interruption du cycle des mauvaises herbes par l'effet d'ombrage du « manioc + stylosanthes » à cycle long (2 ans) par rapport au cycle du « maïs + légumineuses », – Installation d'un système extensif en intrant et en main d'œuvre au cas où les moyens de 	<ul style="list-style-type: none"> – Ne produit du riz que sur 1/4 des parcelles

Système de culture	Avantages	Inconvénients
	l'exploitation sont limités, – Système adaptées sur les sols pauvres : « manioc + stylo » de 2 ans remonte la fertilité du sol, – Taux de couverture du sol élevé,	

1.1.2.2. Les performances des systèmes de culture sur tanety.

Les variations de rendements de l'arachide et du maïs ne sont pas importantes suivant le type de système (cf. tableau 22) avec des coefficients de variations (C.V) respectifs de 7% et 8%. Les rendements de riz pluvial sont plus ou moins homogènes par rapport à ces deux spéculations avec un coefficient de variation de 17%.

Tableau 22 : Variation de rendement et de produit brut par système de culture sur tanety.

Système de culture	SC T1	SC T3	SC T4	SC T5	SC T6
Rendement moyen du maïs (kg/ha)	2 454	2 598	2 470	2 564	2 000
Nombre de valeurs observées ²⁶	90	29	40	25	1
Rendement moyen de riz (kg/ha)	2 622	2 893	2 501		3 066
Nombre de valeurs observées	77	12	10		2
Rendement moyen d'arachide (kg/ha)		1 052			
Nombre de valeurs observées		10			
Rendement moyen de manioc (kg/ha)					14 200
Nombre de valeurs observées					1
Produit brut (Ar/ha)	1 256 658	1 176 699	1 216 712	1 256 448	3 397 250

Le rendement maximum de maïs a été observé sur les parcelles conduites en système de culture T3 (SC T3 : introduction de la culture d'arachide dans la rotation standard préconisée) avec un rendement moyen sur six campagnes successives de 2598 kg/ha. Le rendement minimum est celui des parcelles en SC T6 (introduction de l'itinéraire « manioc + stylosanthes » dans la rotation standard préconisée): 2000kg/ha. Pour le riz pluvial, le rendement maximum, 3 066 kg/ha, est observé sur les parcelles en SC T6 et le minimum sur celles en SC T4 (introduction de l'itinéraire « riz pluvial » dans le système continu de maïs), 2501 kg/ha.

²⁶ Nombre de rendement observé.

Les gains liés à l'élevage sur 4 à 5 campagnes successives ne sont pas étudiés, ils nécessitent une autre étude approfondie sur ce domaine. En effet, la valeur de la plante de couverture, qui sert à nourrir les animaux, n'est pas prise en compte dans le système SC T2. Pour le système SC T7, l'étude de performance agronomique et économique n'a pas été réalisée puisque le système est encore instable.

Le système introduisant le « manioc + stylosanthes » SC T6 présente le produit brut le plus élevé grâce à la récolte du manioc. Par rapport aux trois autres systèmes de culture innovants (SC T3, SC T4, SC T5) la rotation standard SC T1 est plus rentable, mais les variations de produits bruts sont faibles.

Globalement, les performances économiques des systèmes de culture sur *tanety* sont assez proches.

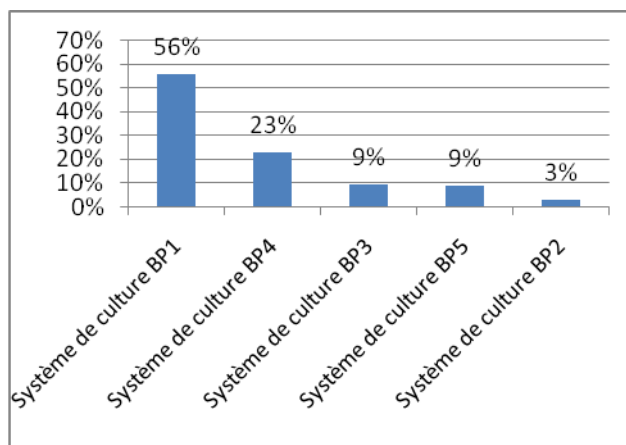
1.2. Les systèmes de cultures sur bas de pente.

1.2.1. Systèmes de cultures plus stables que ceux de *tanety*.

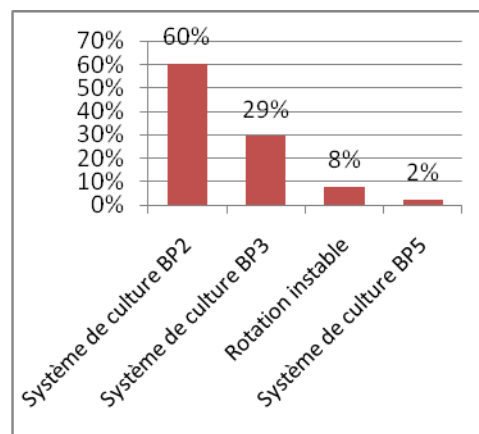
Les rotations culturales sur les bas de pentes sont plus stables que celles des autres sous-unités de *tanety* (cf. graphe 3 et 4). Globalement les innovations paysannes observées sur les rotations sont identiques à celles de *tanety* sauf sur quelques parcelles à *Ilafy* et *Bekatsaka* ayant des ressources d'eau disponible qui rendent la culture de contre saison possible. Ces parcelles ont été conduites comme celles sur *baiboho*.

Tableau 23 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants suivi sur bas de pente.

Grands systèmes	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)		0,3	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Surface totale VSE (ha)	0,31	0,62	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Nombre de parcelles	1	4	14	14	14	14	14
Nombre des adoptants	1	3	11	11	11	11	11



Graphe 3 : Système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la ZNE.



Graphe 4 : Système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la VSE.

Le système introduisant la culture d'arachide dans la rotation préconisée (rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial »), SC BP1, a été le système le plus adopté sur les bas de pente dans la ZNE. Tandis que la rotation sur trois ans de « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial », SC BP2, ont été le système le plus développé dans la VSE.

Six types de rotation ont été identifiés sur le bas de pente.

1.2.1.1. Système de culture BP1 : système introduisant la culture d'arachide dans la rotation de base.

Ce système comprend trois types de rotations culturales :

- **SC BP11 : rotation quadriennale « maïs + légumineuses // riz pluvial // maïs + légumineuses // arachide »** (ZNE : 23%, VSE : 0%),
- **SC BP 12 : rotation quadriennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // arachide »** (ZNE : 6%, VSE : 0%),
- **SC BP 13 : rotation triennale « maïs + légumineuses // riz pluvial // arachide » ou « Arachide // maïs + légumineuses // riz »** (ZNE : 23%, VSE : 0%)

Tableau 24 : Rendement du maïs, riz pluvial et arachide pour le système de culture BP1.

Campagne agricole		2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2423	2586	2270	2966	3000
	Nombre d'échantillon	3	2	2	2	1
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)		1706	1706		2188
	Nombre d'échantillon		2	1		2
Arachide	Rendement moyen (kg/ha)	930		966	1143	1000
	Nombre d'échantillon	1		1	2	1

1.2.1.2. Système de culture BP2 : rotation triennale « maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial » ou « riz pluvial // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses ».

C'est le système de culture le plus adopté sur les bas de pente dans la VSE.

Tableau 25 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le système SC BP2.

Campagne agricole		2001 2002	2002 2003	2003 2004	2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)		2 240	2 877		2630	2 806		3 258	2 525
	Nombre d'échantillon		1	1		3	3		3	3
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	1 645			2755			2 170		
	Nombre d'échantillon	1			3			3		

1.2.1.3. Système de culture BP3 : rotation biennale du type « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ».

Ce type de système est observé dans les deux zones.

Tableau 26 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC BP3.

Campagne agricole		2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2643	2370	2137	1950	1450
	Nombre d'échantillon	1	1	1	1	1
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2556	2158	964	2700	3501
	Nombre d'échantillon	1	1	1	1	1

1.2.1.4. Système de culture BP4 « rotation quadriennale : maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial ».

Ce système a été observé sur une parcelle dans la ZNE.

Tableau 27 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC BP4.

Campagne agricole		2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	2378	2940	2420		2 410	1894
	Nombre d'échantillon	1	1	1			1
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)				1724		
	Nombre d'échantillon				1		

1.2.1.5. Système de culture BP5 : système continu de « riz / maraîchage sur paillage ou légumineuse volubile ».

Le SC BP5 a été adopté sur deux parcelles à petite surface dans la ZNE et dans la VSE.

Tableau 28 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC BP5.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2024	2206	985	2484	3500	2024
	Nombre d'échantillon	2	2	2	2	2	2

1.2.1.6. Système de culture BP6 : rotation instable

Seulement 8% des parcelles dans la VSE sont conduites avec des systèmes non-identifiés.

1.2.2. Etude comparative de performances agro-économiques des systèmes sur bas de pente.

1.2.2.1. Les atouts et contraintes des systèmes de cultures sur bas de pente.

Les systèmes SC BP3 et SC BP4 ont été déjà rencontrés et étudiés sur *tanety* (cf. chapitre 2, paragraphe 1.1.2.1). Et le système SC BP5 sera détaillé dans les systèmes de culture sur *baiboho* (chapitre 2, paragraphe 1.3.2.1).

Tableau 29 : Les avantages et inconvénients du système SC T6.

Système de culture	Avantages	Inconvénients
SC BP1	<ul style="list-style-type: none"> – Installation d'un système extensif en intrant et en travail (arachide) au cas où les moyens financiers et/ou les mains d'œuvre disponibles de l'exploitation sont limités, – Installation d'une culture à cycle court (arachide) en cas de retard de la première pluie nécessaire. 	<ul style="list-style-type: none"> – Production de riz pluvial sur < 1/2 des parcelles, – Faible production de biomasse au niveau parcellaire pour le système SC BP13, – Taux de couverture du sol moindre pour le système SC BP13, – Risque élevé de ne pas maîtriser les biomasses sur la parcelle pour le système SC BP13.
SC BP2	<ul style="list-style-type: none"> – Production importante de biomasse, – Bonne maîtrise des mauvaises herbes par rapport au système préconisé sur les bas de pente (SC BP3), 	<ul style="list-style-type: none"> – Production de riz pluvial sur < 1/2 des parcelles, – Vulnérabilité élevée des légumineuses installées sur 2 campagnes successives

Système de culture	Avantages	Inconvénients
	<ul style="list-style-type: none"> – Système adapté sur sols pauvres, – Taux de couverture du sol élevé, – Possibilité d'intégration agriculture-élevage pour la valorisation de la production de maïs : élevage porcin ou aviaire. 	face aux attaques des insectes et des maladies.

1.2.2.2. Les performances des systèmes de cultures sur bas de pente.

Le système SC BP4 « rotation quadriennale : maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // maïs + légumineuses // riz pluvial » a été le plus productif avec un rendement moyen de maïs de 2749 kg/ha et 2442 kg/ha de riz pluvial.

Tableau 30 : Rendement suivant le type du système de culture sur bas de pente.

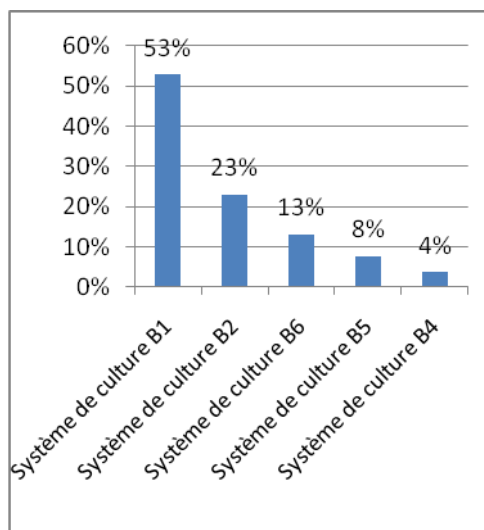
Rendement moyen	SC BP1	SC BP2	SC BP3	SC BP4	SC BP5
Maïs (kg/ha)	2 649	2 723	2 110	2 408	
Nombre de valeurs observées	10	14	5	5	
Riz pluvial (kg/ha)	1 867	2 190	2 376	1 724	2 204
Nombre de valeurs observées	5	7	5	1	12
Arachide (kg/ha)	1 010				
Nombre de valeurs observées	5				
Produit brut (Ar/ha)	1 110 505	1 254 404	1 110 900	1 100 440	1 101 917

Le système SC BP2 (rotation triennale : « maïs + légumineuse // maïs + légumineuse // riz pluvial ») est plus rentable que les autres systèmes de cultures adoptés sur bas de pente (cf. tableau 30). Le système SC BP2 permet de dégager des produits bruts de 143 504 Ar/ha à 153 964 Ar/ha plus élevés que les autres systèmes. La performance agronomique du système SC BP2 est également vérifiée sur les sols riches de bas de pente par rapport au système de culture préconisé (SC BP3).

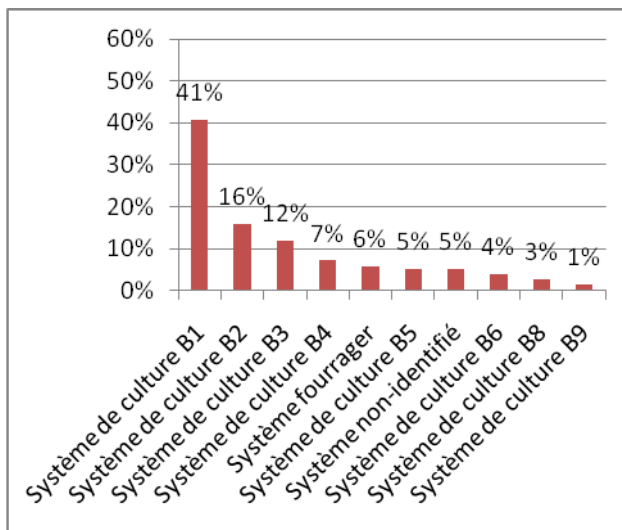
1.3. Les systèmes de cultures sur baiboho.

1.3.1. Des systèmes avec production continue de biomasse et de riz pluvial.

Les adaptations et innovations paysannes majeures sur les *baiboho* sont surtout l'ajustement de grands systèmes préconisés par la recherche en des systèmes de cultures permettant la production continue des biomasses sur la parcelle avec la production annuelle du riz pluvial. Ces innovations ont été observées dans les deux zones.



Graph 6 : systèmes de cultures en pourcentage de surface sur baiboho dans la ZNE.



Graph 5 : système de culture en pourcentage de surface sur baiboho dans la VSE.

Tableau 31 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants suivi sur baiboho.

Campagne agricole de baiboho	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)			1,11	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Surface totale VSE (ha)	0,10	1,94	3,72	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
Nombre de parcelles	1	17	43	84	84	84	84	84
Nombre des adoptants	1	14	30	47	47	47	47	47

1.3.1.1. Système de culture B1 : système continu de riz suivi de maraîchage sur paillage en contre saison évoluant en système à base de vesce.

- « **Riz pluvial / maraîchage CM //...// riz pluvial / maraîchage + vesce** » (53% ZNE, 41% VSE).

Bon nombre des paysans ont abandonné le système continu « riz/ maraîchage sur paillage » au profit du système à base de vesce « riz/ vesce ou maraîchage + vesce » pour sa forte production de biomasse à court terme. Les systèmes à base de vesce sont également plus productifs en riz (cf. tableau 32).

Tableau 32 : Rendement de riz pluvial pour le SC B1.

	Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 085	2 505	2 507	2 801	2 810	3 081	2 759
	Nombre d'échantillon	2	12	31	31	31	29	20
	Coefficient de variation	6%	7%	17%	16%	18%	21%	25%

1.3.1.2. Système de culture B2 : système continu de « riz pluvial / maraîchage sur paillage »

- « **Riz / maraîchage CM // ... // riz / maraîchage CM** » (23% ZNE, 16% VSE)

L'apport supplémentaire des pailles d'une parcelle à une autre ne pose pas trop de difficultés sur les *baiboho*, sols exondés à proximités des rizières. La culture sur mulch en contre saison a permis aux paysans de faire varier les cultures maraîchères produites suivant la variation des demandes des marchés d'Ambatondrazaka et d'Imerimandroso : pomme de terre (2004-2005), tomate (2008-2009), haricot,...

Tableau 33 : Rendement de riz pluvial pour le SC B2.

	Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 305	2 636	2 720	2 918	2 727	3 035	3 211
	Nombre d'échantillon	1	8	14	14	14	13	10
	Coefficient de variation		6%	15%	10%	15%	24%	14%

1.3.1.3. Système de culture B3 : rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » ou « riz pluvial // maïs + légumineuses volubiles »

Ce système a été surtout adopté sur les parcelles dans la VSE (12%) où la culture de contre saison sur les parcelles est difficile voir même impossible. La seule source d'eau qui alimente les cultures en contre saison est la remontée capillaire des nappes phréatiques. Cette remontée est impossible sur certains *baiboho* à cause de la présence de plaques sableuses.

Tableau 34 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC B3.

	Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)		2 571	2 787	2 783	3 040	1 579	2 574
	Nombre d'échantillon		2	3	5	3	5	3
	Coefficient de variation		26%	9%	25%	32%	35%	16%
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 150	3 040	2 640	3 136	2 666	4 308	6 140
	Nombre d'échantillon	1	1	5	3	5	3	4
	Coefficient de variation			7%	11%	17%	12%	27%

1.3.1.4. Système de culture B4 : système introduisant le système de culture « maïs + légumineuses volubiles » dans le système continu de « riz / maraîchage CM ».

- **SC B41 : rotation triennale « maïs + légumineuses // riz / maraîchage CM // riz / maraîchage CM » ou « Riz / maraîchage CM // riz / maraîchage CM // maïs + légumineuses » (4% ZNE, 3% VSE),**
- **SC B42 : rotation quadriennale « riz / maraîchage CM // riz / maraîchage CM // riz / maraîchage CM // maïs + légumineuses » (0% ZNE, 4% VSE)**

Ces types de rotation ont été adoptés par les paysans ayant la difficulté pour recharger la biomasse de leurs parcelles : concurrence avec l'élevage bovin, difficulté pour trouver de la paille disponible autour des parcelles. Les agriculteurs ont voulu faire des cultures maraîchères, en contre saison, plus rémunératrices et surtout sources de revenu en période sèche. Or le système continu « riz / maraîchage sur paillage » ne produit pas des biomasses; l'installation de « maïs + légumineuses » dans la rotation permet de produire de la biomasse sur la parcelle une année sur trois et de palier le recours à la biomasse de l'extérieure.

Tableau 35 : Rendement de maïs et de riz pluvial pour le SC B5.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Maïs	Rendement moyen (kg/ha)	1880	2685	3428	1585	2385	2657
	Nombre d'échantillon	1	3	1	1	6	1
	Coefficient de variation		13%			38%	
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2425	2577	2734	2039	2172	3042
	Nombre d'échantillon	1	5	7	7	2	6
	Coefficient de variation		11%	20%	26%	17%	40%

1.3.1.5. Système de culture B5 : système continu de « riz pluvial / maraîchage sur paillage » de 2 à 3 ans évoluant en « riz pluvial / légumineuse volubile » et en système « riz pluvial / vesce + maraîchage » 2 ou 3 campagnes plus tard.

Deux sous systèmes ont été évalués.

- **SC B51 « Riz pluvial / maraîchage sur paillage // ... // riz / légumineuse volubile // ... // riz pluvial / vesce + maraîchage » (8% ZNE, 2% VSE),**
- **SC B52 « Riz / légumineuse volubile // ... // riz pluvial / vesce + maraîchage » (0% ZNE, 3% VSE).**

Certains paysans ont priorisé la production continue de biomasse sur leurs parcelles. Le maraîchage paillé n'était pas possible sur leurs parcelles et les légumineuses volubiles avaient

des problèmes d'hydromorphie. Les paysans ont alors choisis d'installer des systèmes à base de vesce.

Tableau 36 : Rendement de riz pluvial pour le SC B5.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2428	2875	2676	2754	4146	3743
	Nombre d'échantillon	2	6	6	6	6	4
	Coefficient de variation	25%	17%	17%	19%	34%	43%

1.3.1.6. Système de culture B6 : système continu de « riz / maraîchage sur paillage » et/ou « riz pluvial / légumineuse volubile » évoluant en système à base de stylosanthes.

- **SC B61 : « Riz / maraîchage CM //... // système à base de stylosanthes » (0% ZNE, 4% VSE),**
- **SC B62 : « Riz pluvial / légumineuse volubile // ... // riz pluvial /maraîchage CM // ... // système à base de stylosanthes » (13% ZNE, 0% VSE).**

Certain paysans ont installé des légumineuses volubiles en contre saison dans le but de produire de la biomasse en continue sur la parcelle sans perturber la production annuelle de riz. Cependant, les légumineuses volubiles ne procurent pas beaucoup de revenus pour les adoptants et le marché des graines n'est pas assuré.

Après 2 à 3 campagnes, le système « riz/ maraîchage sur paillage» a été repris. Pourtant ce type de système ne fournit pas de biomasse, les paysans sont obligés de recharger la couverture avant chaque installation de cultures.

Au bout de 2 à 3 ans, les paysans n'ont pas pu maîtriser les mauvaises herbes sur les sols riches de *baiboho*. Ils ont abandonné ce type de système le remplaçant par celui à base de stylosanthes : « manioc + stylosanthes » sur 2 ans, « riz + stylosanthes // Jachère de stylosanthes », « arachide + stylosanthes // jachère de stylosanthes ».

Tableau 37 : Rendement de riz pluvial, manioc et arachide pour le SC B6.

	Campagne agricole	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	1 818	2 390	2 502	2 022	
	Nombre d'échantillon	4	4	4	3	
	Coefficient de variation	27%	19%	19%	45%	
Manioc + stylosanthes (2ans)	Rendement moyen (kg/ha)				0	11 102
	Nombre d'échantillon				1	2
	Coefficient de variation					32%
Arachide + stylosanthes	Rendement moyen (kg/ha)					747
	Nombre d'échantillon					1
	Coefficient de variation					

1.3.1.7. Système de culture B7 : système fourrager.

- ***Culture pure de brachiaria (0% ZNE, 6% VSE).***

La culture fourragère est très rare sur *baiboho*. Elle a plutôt une vocation de jachère améliorée de brachiaria de 2 à 3 ans plutôt que l'établissement d'une culture pérenne. Elle se rencontre surtout dans la zone sud.

1.3.1.8. Système de culture B8: système continu de « riz pluvial / maraîchage sur paillage » de 2 à 3 ans évoluant en « riz /maraîchage + vesce » et retour en système « riz pluvial / maraîchage sur paillage » au bout de 2 à 3 campagnes.

- « **Riz pluvial / maraîchage sur paillage // ... // riz pluvial / vesce + maraîchage // ... // riz pluvial / maraîchage sur paillage** » (0% ZNE, 3% VSE)

Ce type du système est surtout observé sur les *baiboho* dans la Vallée du Sud Est. A cause de l'effet d'ombrage, les cultures maraîchères associées à la vesce sont moins productives qu'en culture pure sur paillage. Certain paysans sont retournés au système initial « riz / maraîchage sur paillage ».

Un exploitant a avancé qu'il a abandonné les systèmes à base de vesce en raison de l'arrêt d'achat de semence par le projet BV Lac.

Tableau 38 : Rendement du riz pluvial pour le SC B7.

Campagne agricole		2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2 828	2 909	3 114	3 162	3 547	2 727
	Nombre d'échantillon	1	4	4	4	4	4
	Coefficient de variation	0%	20%	12%	15%	28%	6%

1.3.1.9. Système de culture B9 : système continu de « riz / légumineuse volubile » sur 2 à 3 campagnes évoluant en « riz / maraîchage sur paillage » et en « riz / vesce + maraîchage » 2 à 3 campagnes plus tard.

- « **Riz pluvial / légumineuse volubile // ... // riz pluvial / maraîchage sur paillage // ... // riz pluvial / vesce + maraîchage** » (0% ZNE, 1% VSE).

Ce système ne concerne que deux parcelles étudiées.

Tableau 39 : Rendement de riz pluvial pour le système de culture B9.

Campagne agricole		2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Riz pluvial	Rendement moyen (kg/ha)	2475	2300	2745	2583	2343	3039	2948
	Nombre d'échantillon	1	1	2	2	2	2	2
	Coefficient de variation			3%	20%	15%	2%	12%

1.3.1.10. Système de culture 10 : système non-identifié.

Quatre parcelles dans la Vallée du Sud Est (0% ZNE, 5% VSE) n'ont pas eu de succession de culture bien identifiée par rapport aux neuf autres systèmes développés précédemment.

1.3.2. Etude comparative de performances agro-économiques de grands systèmes sur baiboho.

L'évolution des systèmes de cultures sur *baiboho* correspondent surtout au changement d'un système pour un autre. L'analyse comparative de grands systèmes a permis ainsi de tirer des conclusions sur les raisons des modifications et adaptations sur les systèmes de cultures adoptés par les paysans sur les *baiboho*.

1.3.2.1. Les atouts et contraintes des systèmes de cultures sur baiboho.

Les avantages et inconvénients des systèmes de cultures installés sur *baiboho* ont été analysés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 40 : Atouts et contraintes des systèmes de culture sur baiboho.

Système de culture	Avantages	Inconvénients
Système continu de « riz /maraîchage sur paillage»	<ul style="list-style-type: none"> – Production annuelle de riz, – Limite l'évaporation d'eau (deux à trois fois moins d'arrosage qu'en culture conventionnelle), – Contrôle naturel de certaines maladies bactériennes et cryptogamiques, – Mise en œuvre facile, – Source de revenu en saison sèche (culture maraîchère), – Arrière effet sur la culture du riz en saison de l'apport des éléments fertilisants sur le maraîchage en contre saison. 	<ul style="list-style-type: none"> – Système qui ne produit pas des biomasses, – Taux de couverture du sol assez faible, – Faible apport des matières organiques dans le sol (par les cultures maraîchères seulement), – Minéralisation rapide des pailles de riz, – Temps d'épandage important des pailles sur les parcelles 10 à 15hj/ha, – Risques de transmission des maladies de riz d'une parcelle à une autre par apport de paille venu de l'extérieur, – Concurrence avec élevage (paille de riz = alimentation bovine en saison sèche),
Système continu de « riz /maraîchage + vesce »	<ul style="list-style-type: none"> – Production importante de biomasse sur la parcelle à court terme, – Taux de couverture du sol élevé, – Système pérenne: reprise naturelle de la 	<ul style="list-style-type: none"> – Risque de divagation bovine en saison sèche (vesce : plante fourragère), – Système intensif en main d'œuvre : travaux supplémentaire de 15 à 20 hj/ha

Système de culture	Avantages	Inconvénients
	<p>vesce,</p> <ul style="list-style-type: none"> – Système facile à maîtriser : les vesces meurent tout seul en fin de saison sèche, – Possibilité d'utilisation en fourrage, – Possibilité de culture maraîchère en association des vesces en contre saison (la culture de « haricot + vesce » a été la plus adoptée), – Mise en place facile, – Revenu régulier au niveau de la parcelle en saison sèche, – Prix intéressant des semences de vesce, – Apport naturel d'azote par les vesces, – Apport des éléments fertilisants sur le maraîchage. 	<p>pour éclaircir les haricots au moment de floraison,</p> <ul style="list-style-type: none"> – Rendement faible par rapport aux cultures paillées (notamment le haricot), – Traitement phytosanitaire obligatoire pour avoir les semences de vesce, l'insecticide le plus utilisé est le cyperméthrine – Système adapté sur les sols humides seulement, tolérance moindre des vesces aux sols secs.
Système continu de « riz / légumineuse volubile »	<ul style="list-style-type: none"> – Bonne maîtrise de mauvaises herbes, – Production importante de biomasses, – Production continue de riz pluvial – Apport d'azote naturel des légumineuses jusqu'à 100 unités de N, équivalent de 200 kg d'urée²⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> – Valeur ajoutée des légumineuses volubiles moins importantes que les cultures maraîchères : 202 317Ar/ha PB²⁸ de PB de la dolique contre 622 366 à 1 556 111Ar/ha de PB de l'haricot. – Certaines légumineuses volubiles ne sont pas consommables : dolique, mucuna, – Traitement phytosanitaire obligatoire pour avoir des semences.
SC B3 : rotation biennale « maïs + légumineuse // riz » ou « riz // maïs + légumineuse ».	<ul style="list-style-type: none"> – Système adapté sur les <i>baiboho</i> où la culture de contre saison est impossible, – Taux de couverture du sol assez élevé, – Interrompre le cycle des pestes végétales du riz, 	<ul style="list-style-type: none"> – Production du riz sur la moitié des parcelles
SC B4 : système introduisant l'itinéraire « maïs	<ul style="list-style-type: none"> – Système permettant de produire la culture continue de maraîchage sans recours aux biomasses de l'extérieur en produisant des 	<ul style="list-style-type: none"> – Production du riz pluvial sur un tiers ou un quart de la parcelle, – Production du riz sur deux tiers des

²⁷ Source TAFA in rapport de démarrage de campagne de contre saison 2009, BRL Madagascar 2009.

²⁸ Source BRL Madagascar, rapport de campagne de contre saison 2009.

Système de culture	Avantages	Inconvénients
+ légumineuse » dans le système continu de « riz / maraîchage CM »	biomasses au niveau parcellaire une année sur 3 ou 4, – Production de biomasse une année sur 3 – Taux de couverture du sol assez élevé, – Pas de recours aux apports supplémentaires des biomasses de l'extérieur par rapport système continu « riz/ maraîchage paillé »,	parcelles.
Système à base de stylosanthes	– Système extensif : système à bas niveau d'intrant, – Forte production de biomasse, – Possibilité d'exploiter sur un an de culture par développement important du stylosanthes sur sol riche de <i>baiboho</i> , – Taux de couverture du sol élevé, – Production fourragère possible : intégration agriculture - élevage – Minéralisation lente des tiges ligneuses : alimentation continue des plantes cultivées dans ce système, – Système racinaire puissant : amélioration de la structure du sol, – Plante rustique	– Exigence d'une bonne maîtrise de la technique : manipulation difficile des semences par levée de dormance par la chaleur, graines fines, – Multiplication par graines assez facile, – Difficulté de récolter les semences de stylosanthes, – Exploitation limitée de fourrage de stylosanthes, – Risque de météorisation en cas de fort apport fourrager,

1.3.2.2. Analyses comparatives des performances des systèmes de cultures sur *baiboho*.

Les rendements de riz pluvial obtenu avec les trois grands types de systèmes de cultures préconisés et les deux types de rotations (SC B3 et SC B4) installés sur *baiboho* sont homogènes avec un coefficient de variation de 11%. Le rendement moyen sur 8 campagnes successives a été de 2 748 kg/ha. Le système de culture B3 « rotation biennale du type « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » et le système continu de « riz / maraîchage + vesce ou vesce en culture pure » et sont plus productifs que les autres systèmes (cf. tableau 41).

Tableau 41 : Variation de rendement de riz pluvial et de maïs par « grand système » et type de système de culture sur baiboho.

Système de culture	Système continu « riz/ maraîchage sur paillage »	Système continu « riz/ maraîchage + vesce ou vesce »	Système continu « riz/ légumineuse volubile »	Système de culture B3	Système de culture B4
Rendement moyen de riz pluvial ²⁹ (kg/ha)	2 770	3 062	2 803	3 440	2 498
Nombre de valeurs observées	166	69	50	22	28
Rendement moyen du maïs (kg/ha)				2 556	2 437
Nombre de valeurs observées				21	13
Produit brut (Ar/ha)	1 385 063	1 531 000	1 401 583	1 486 138	1 201 908

La valeur du produit brut par système de culture ci-dessus ne tient pas compte les produits bruts fournis par le maraîchage et/ou les plantes de couverture (vesce et légumineuses volubiles) en contre saison. Le système à base de vesce est plus rentable par rapport aux quatre autres systèmes de culture sur *baiboho* avec un gain de 44 862 Ar/ha à 329 092 Ar/ha en produit brut.

1.4. Les systèmes de cultures sur les RMME pérennisées en SCV.

1.4.1. Systèmes de cultures différents dans la ZNE et VSE sur les RMME.

Deux types de systèmes de culture ont été identifiés sur les RMME conduites en SCV.

- *Système de culture RMME 1 : système continu de « riz / maraîchage sur paillage » évoluant en système à base de vesce (VSE :100%),*
- *Système de culture RMME 2 : système continu « riz pluvial / maraîchage sur paillage » (ZNE : 100%).*

Les surfaces des RMME dédiées en SCV sont encore insignifiantes (cf. tableau 42).

Tableau 42 : Surface totale et nombre des parcelles et des adoptants suivi sur RMME.

Campagne agricole des RMME	2002- 2003	2003- 2004	2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010
Surface totale ZNE (en ha)			0,83	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Surface totale VSE (en ha)	0,3	0,3	0,45	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Nombre de parcelles	1	5	9	9	9	9	9	9
Nombre des adoptants	1	5	9	9	9	9	9	9

²⁹ Rendement moyen sur huit campagnes successives (cf. annexe 8).

Malgré une légère variation de rendements avec le système continu de « riz / maraîchage CM » par rapport au « riz / vesce » (cf. tableau 43), ce système est encore le plus adopté sur les RMME pérennisées en SCV dans la ZNE.

Tableau 43 : Rendement du riz pluvial sur les parcelles RMME suivant le type de système de culture.

	Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
SC RMME1	Rendement moyen (kg/ha)	2626	2630	2692	2909	3295	2995
	Nombre d'échantillon	2	5	5	5	5	5
	Coefficient de variation	7%	9%	9%	17%	14%	17%
SC RMME 2	Rendement moyen (kg/ha)	2590	2725	2299	2647	2444	3375
	Nombre d'échantillon	2	4	4	4	4	3
	Coefficient de variation	8%	16%	46%	5%	35%	16%

1.4.2. Etude comparative des performances agro-économiques de deux grands systèmes SCV sur RMME.

Les atouts et contraintes des deux systèmes de cultures sur RMME ont été déjà étudiés précédemment sur les systèmes de cultures sur *baiboho* (cf. SC B1 et SC B2). D'une manière générale, le système « riz/ maraîchage + vesce ou vesce en culture pure » (SC RMME 1) est plus productif que le système continu de « riz/ maraîchage sur paillage » (cf. tableau 44). Les rendements avec ces deux types de systèmes sont pourtant stables avec des CV respectifs de 12% et 13%.

Tableau 44 : Rendement moyen de riz pluvial par grand type du système sur RMME.

Rendement du riz pluvial (kg/ha)	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système continu de « riz/ maraîchage sur paillage »	2 608	2 672	2 529	2 354	2 444	3 250
Nombre de parcelles	4	9	8	5	4	3
Systèmes continu de « riz/ maraîchage + vesce ou vesce »			2 421	2 721	3 295	2 995
Nombre de parcelles			1	4	5	5

Tableau 45 : Produit brut de riz pluvial par grand type de système sur RMME.

Système de culture	Système continu « riz/ maraîchage sur paillage »	Système continu « riz/ maraîchage + vesce ou vesce »
Rendement moyen de riz pluvial (kg/ha)	2 643	2 858
Nombre de valeurs observées	33	15
Product brut (Ar/ha)	1 321 417	1 429 000

Le système à base de vesce (SC RMME 1) est plus rentable que le système à base de paillage (SC RMME 2) avec un gain de 107 583 Ar/ha en produit brut (cf. tableau 45).

1.5. Synthèse sur les innovations paysannes sur les systèmes de cultures.

Sept types de systèmes de cultures ont été recensés sur *tanety* dont cinq sont des systèmes innovants. Le système introduisant le « manioc + stylosanthes » à cycle long dans le système de culture préconisé (SC T6) est largement rentable par rapport aux autres systèmes. Globalement, les performances économiques des systèmes de culture sur *tanety* sont assez proches (sauf le système de culture SC T6).

Six systèmes de culture ont été évalués sur bas de pente. La rotation triennale « maïs + légumineuses volubiles // maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » (SC BP2) a été le plus rentable et également la plus performante pour maîtriser les mauvaises herbes sur les sols riches de bas de pente.

Les innovations paysannes sur les *baiboho* et RMME sont surtout la succession des trois grands systèmes préconisés sur *baiboho* à savoir (i) le système continu de « riz /maraîchage sur paillage », (ii) « riz / légumineuse volubile » et (iii) « riz / vesce en culture pure ou associé au maraîchage ». Le système à base de vesce est le plus productif en riz et le plus performant par sa forte production de biomasse sur *baiboho* et sur RMME pérennisées en SCV.

2. Les SCV, des effets tampons sur les aléas climatiques et sur l'application d'engrais.

Les risques climatiques, notamment la sécheresse, sont très importants sur les cultures pluviales de *tanety*. L'étude des effets des aléas climatiques et les variations des apports en éléments fertilisants ont été réalisées sur les systèmes de cultures innovants sur *tanety*. Deux spéculations ont été choisies : riz pluvial et maïs. Ces céréales les plus cultivées sur *tanety* dans la région du Lac Alaotra sont les plus exigeants en engrais et les plus sensibles au stress hydriques.

Le système de culture SC T2 (système fourrager) n'a pas été étudié parce que la culture de riz pluvial et/ou de maïs n'est pas incluse dans ce système (sauf sur quelques parcelles lors des deux dernières campagnes par reprise des parcelles en culture vivrière). Le SC T7 (système avec rotation instable) n'a pas été pris en compte vu que la rotation culturale n'est pas encore fixée dans le temps.

2.1. Les effets sur le riz pluvial pour les différents systèmes de cultures.

Le doublement du prix des engrais minéraux depuis la campagne 2007-2008 (cf. annexe 7) a induit une baisse généralisée des apports en NPK et urée sur les parcelles de *tanety* jusqu'à zéro apport en 2011.

Les apports en fumure organique, en NPK et urée sont été inversement proportionnels à l'âge des parcelles avec les systèmes SCV. Les adoptants ont considérés que les parcelles les plus anciennes en SCV ont des sols plus fertiles grâce aux apports continus de biomasse. Ces deux facteurs liés aux stratégies des paysans ont pu influencer le transfert de fertilité sur *tanety*.

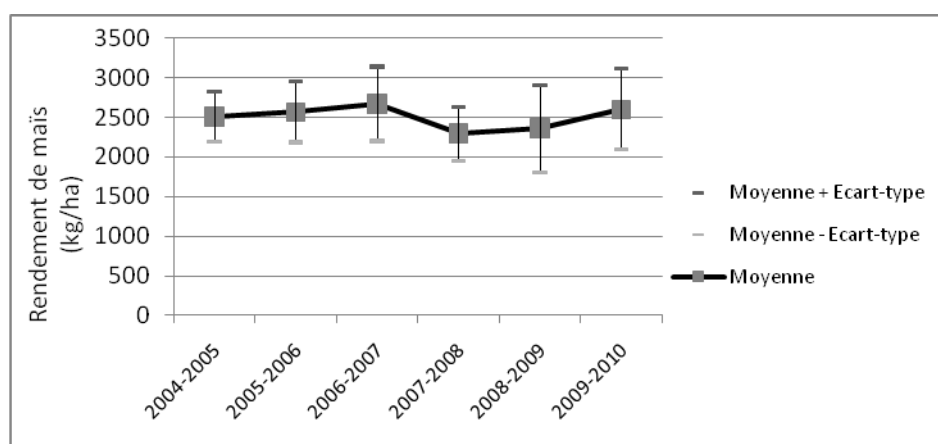
2.1.1. Dans la Zone Nord Est.

Le tableau ci-après présente les variations de rendement du riz pluvial sur 5 campagnes successives suivant : (i) les types de système de culture, (ii) la quantité pluviométrique et le nombre de jours de pluies et (iii) les apports en fumure organique et engrais minéraux.

Les systèmes de culture étudiés sont : le SC T1 rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » (système de culture préconisé), SC T3 système introduisant la culture d'arachide dans le système de culture recommandé, SC T4 : système introduisant l'itinéraire riz pluvial dans le système continu de « maïs + légumineuses volubiles » et le SC T6 système introduisant l'itinéraire « manioc + stylosanthes » à cycle long dans le système de culture préconisé. Le système de culture SC T5 n'a pas été étudié parce qu'il s'agit d'un système continu de « maïs + légumineuses volubiles ».

Tableau 46 : Variation du rendement de riz pluvial suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la ZNE.

Facteurs étudiés	Riz pluvial _ ZNE	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Moyenne	Ecart -type	C.V
Systèmes de cultures	SC T1 (kg/ha)	2382	2361	2349	2586	3024	2540	287	11%
	SC T3 (kg/ha)	3170	2195	2026	2570	2888	2570	474	18%
	SC T4 (kg/ha)		2431	2427	2146	3000	2501	358	14%
	SC T6 (kg/ha)	2 411			3 721		3066	926	30%
Variation aléatoire de climat	Pluviométrie moyenne (mm)	687	1097	856	1044	924	989	219	22%
	Nombre total de jours de précipitation	ND	62	49	74	81	67	14	21%
Variation des apports en FO et engrais	Moyenne F.O (kg/ha)	3880	3715	3707	2929	1329	2593	1587	61%
	Moyenne NPK (kg/ha)	69	48	65	8	6	33	32	97%
	Moyenne Urée (kg/ha)	45	32	41	6	6	22	20	92%



Graph 7 : Evolution de rendements de riz pluvial dans la ZNE.

Les pluviométries globales des campagnes 2005-2006, 2007-2008 et 2009-2010 dans la ZNE ont été inférieures aux normales saisonnières et particulièrement mal répartie pour la campagne 2007-2008. Une baisse linéaire des apports en fumure organique et en fumures minérales (NPK et urée) a été constatée dans la ZNE (cf. tableau 46). Les rendements de riz sont stables sur cinq campagnes successives avec les systèmes SC T1, SC T3 et SC T4 avec des coefficients de variation (C.V) respectifs de 11%, 18% et 14%. Aucune conclusion n'a pas pu être tirée pour le système SC T6 à cause du nombre d'échantillon très faible.

Les rendements moyens de riz pluvial ont eu une baisse légère entre 2006-2007 et 2007-2008 de 2.326 ± 673 kg/ha à 2484 ± 407 kg/ha. Mais à partir de la campagne 2008-2009 (74% des parcelles suivies dans la ZNE avec les systèmes SC T1, SC T3 et SC T6 rentrent en 3ème année de SCV et 26% en 4ème année) les rendements ont eu une augmentation de 2.581 ± 897 kg/ha à 3.049 ± 707 kg/ha (cf. graphe 7).

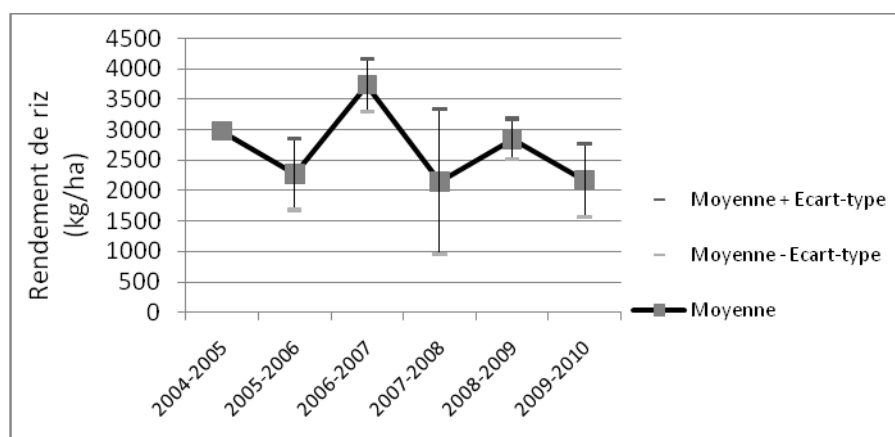
Cependant, d'une manière générale le rendement de riz pluvial sur *tanety* sont stables dans la ZNE avec un rendement moyen de 2.555 ± 296 kg/ha et un coefficient de variation de 12% sur les cinq campagnes agricoles successives de 2005-2006 à 2009-2010.

2.1.2. Vallée du Sud Est.

Seul le système standard préconisé a été rencontré sur *tanety* dans la VSE. Le tableau et le graphe ci-après représentent la variation de rendements de riz pluvial dans la zone sud.

Tableau 47 : Variation du rendement de riz pluvial suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la VSE.

Facteurs étudiés	Riz pluvial_VSE	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Moyenne	Ecart-type	C.V
Systèmes de cultures	SC T1 (kg/ha)	2980	2273	3736	2148	2849	2175	2694	622	23%
Variation aléatoire de climat	Pluviométrie moyenne (mm)	1325	687	1315	1022	1172	925	1074	247	23%
	Nombre total de jours de précipitation	ND	ND	84	79	92	82	84	6	7%
Variation des apports en FO et engrais	Moyenne F.O (kg/ha)	4068	4458	3711	3660	4095	1000	3499	1258	36%
	Moyenne NPK (kg/ha)	0	56	0	56	0	0	19	29	155%
	Moyenne Urée (kg/ha)	89	48	25	29	0	0	32	33	105%



Graph 8 : Evolution de rendement de riz pluvial dans la Vallée du Sud Est.

Les pluviométries globales des campagnes 2005-2006, 2007-2008 et 2009-2010 dans la VSE ont été inférieures aux normales saisonnières et particulièrement mal répartie pour la campagne 2007-2008. Une diminution des apports des apports en fumures organiques et minérales entre 2004-2005 et 2007-2008 et zéro apport en engrais minéraux les deux dernières campagnes ont été constatés sur la culture de riz pluvial sur *tanety* dans la VSE (cf. tableau 47). Les rendements de riz pluvial ont été plus ou moins stables suivants la variation aléatoire de climat sur les six campagnes successives, de 2004-2005 à 2009-2010, avec un rendement moyen de 2.694 ± 622 kg/ha et un coefficient de variation de 23% (cf. graphe 8).

D'une manière générale les rendements de riz pluvial sur *tanety* sont plus stables dans la Zone Nord Est que dans la Vallée de Sud Est.

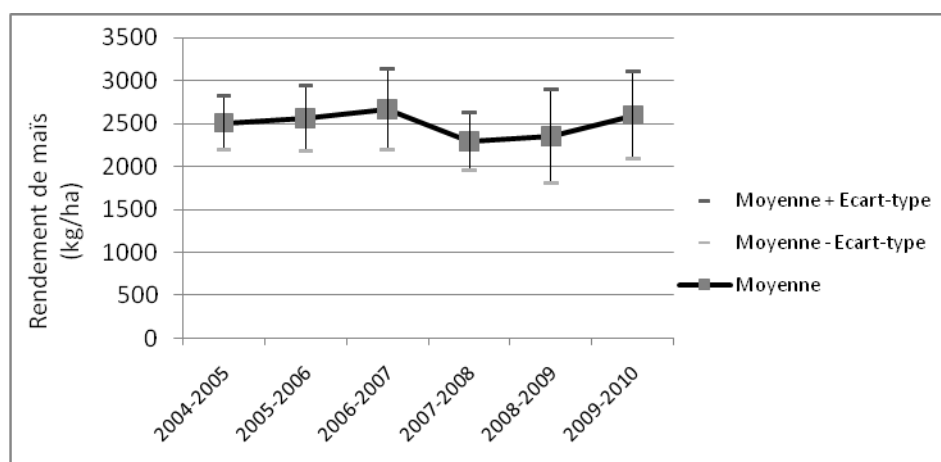
2.2. Les effets sur le maïs en fonction des différents systèmes de culture.

2.2.1. Dans la Zone Nord Est

Le tableau suivant représente les variations de rendement de maïs suivant les différents types de systèmes de cultures dans la ZNE, le facteur climat et le facteur engrais.

Tableau 48 : Variation de rendement de maïs suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisant dans la ZNE.

Facteurs étudiés	Maïs_ ZNE	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Moyenne	Ecart-type	C.V
Systèmes de cultures	SC T1 (kg/ha)	2520	2538	2616	2223	2208	2567	2445	181	7%
	SC T3 (kg/ha)	2661	2559	2717	2397	2728	2581	2607	124	5%
	SC T5 (kg/ha)	2175	2666	2923	2380	2508	2733	2564	267	10%
	SC T6 (kg/ha)			2000				2000		
Variation aléatoire de climat	Pluviométrie moyenne (mm)	1325	687	1097	856	1044	924	989	219	22%
	Nombre total de jours de précipitation	ND	ND	62	49	74	81	67	14	21%
Variation des apports en FO et engrais	Moyenne F.O (kg/ha)	4963	4038	4442	3863	2929	2184	3737	1017	27%
	Moyenne NPK (kg/ha)	71	58	54	66	8	2	43	30	70%
	Moyenne Urée (kg/ha)	54	35	29	44	6		28	21	76%



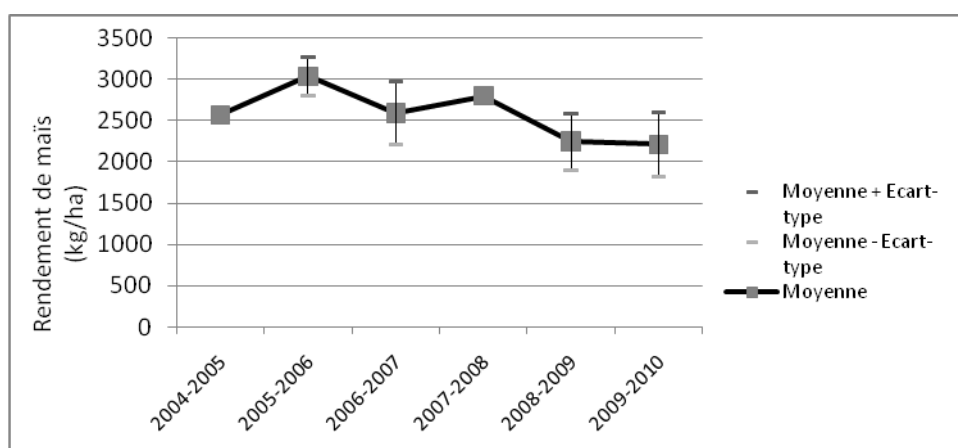
Graphique 9 : Evolution de rendement de maïs dans la Zone Nord Est.

Une baisse tendancielle des apports en FO, NPK et urée a été enregistrée sur les cultures de maïs dans la ZNE. Les rendements de maïs sont plus stables pour tous les systèmes de cultures adoptés (SC T1, SC T3, SC T5, SC T6) avec des coefficients de variation entre 5 à 10% (cf. tableau 48). Malgré une légère régression entre 2006-2007 et 2008-2009, les rendements de maïs ont été plus stables sur les six campagnes successives dans la zone nord avec une moyenne de 2.499 ± 146 kg/ha avec un coefficient de variation de 6% (cf. graphique 10).

2.2.2. Vallée du Sud Est.

Tableau 49 : Variation de rendement de maïs suivant la quantité pluviométrique et les apports en élément fertilisants dans la VSE.

Facteurs étudiés	Maïs_ VSE	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Moyenne	Ecart-type	C.V
Systèmes de cultures	SC T1 (kg/ha)	2570	3037	2590	2800	2246	2210	2576	318	12%
Variation aléatoire de climat	Pluviométrie moyenne (mm)	1325	687	1315	1022	1172	925	1074	247	23%
	Nombre total de jours	ND	ND	84	79	92	82	84	6	7%
Variation des apports en FO et engrais	Moyenne F.O (kg/ha)	4067	3750	3176	3352	3585	993	3154	1103	35%
	Moyenne NPK (kg/ha)	74	0	21	0	0	0	48	37	79%
	Moyenne Urée (kg/ha)	45	50	9	10	0	0	19	23	119%



Graph 10 : Evolution de rendement de maïs dans la Vallée du Sud Est.

Une baisse tendancielle de rendement de maïs sur *tanety* a été constatée. Pourtant, d'une manière générale les rendements sont encore homogènes avec un rendement moyen de $2\,576 \pm 318$ kg/ha avec un coefficient de variation de 12%.

Bref, malgré les variations aléatoires climatiques et une baisse tendancielle des apports en fumure organiques et en engrais minéraux, les rendements du riz pluvial et du maïs sont stables pendant les six campagnes successives de 2004-2005 à 2009-2010 dans les deux zones. D'une manière générale, les systèmes SCV sur *tanety* dans la ZNE sont plus stables que ceux dans la VSE. Les risques de la mise en culture sur *tanety* dans la VSE sont alors élevés.

CHAPITRE 3 : LES STRATEGIES ET LE DYNAMISME DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS L'ADOPTION DES SYSTEMES SCV.

Le niveau d'adoption des techniques innovantes au niveau des exploitations agricoles est différent des unes aux autres. Pour voir la diversité des caractéristiques et le dynamisme des exploitations agricoles face aux techniques SCV, une typologie de comportement des paysans a été faite préalablement par FABRE J. (2011). Elle a été élargie dans cette étude.

1. Construction de la typologie de comportement des exploitations.

1.1. Définition des critères discriminants.

L'évolution des surfaces avec les systèmes SCV dans l'exploitation agricole et dans le temps depuis la première année d'adoption de cette technique jusqu'à la campagne 2009-2010 a été retenue comme *le premier critère* de classification des paysans adoptants. Elle permet de mesurer le dynamisme d'adoption en termes de surface au niveau d'une exploitation agricole. C'est aussi un indicateur qui permet d'évaluer si les systèmes marchent ou connaissent des obstacles au niveau des exploitations.

Le *deuxième critère* est la part des surfaces en SCV par rapport aux surfaces potentielles exondée de l'exploitation (hors riziculture irriguée et certaines RMME). Elle permet de mesurer la saturation des surfaces potentielles en SCV. Elle indique ainsi la trajectoire d'extension possible des systèmes SCV au niveau de l'exploitation. Ce rapport est un indicateur de l'efficacité des techniques innovantes par rapport aux objectifs globaux de l'exploitation (FABRE J., 2011).

La part des surfaces mises en valeur en SCV par rapport aux surfaces totales cultivées, y compris les zones irriguées et sans tenir compte du mode de faire valoir des parcelles cultivées, est prise comme *troisième critère*. Elle mesure l'importance des systèmes SCV au niveau global de l'exploitation. Le taux des parcelles en SCV par rapport aux surfaces totales cultivées implique la place qu'occupent les techniques SCV au niveau des exploitations (soins ou négligence des systèmes SCV).

Les stratégies d'adoption sont retenues comme *le quatrième critère*. Elles différencient chaque exploitation et justifient son dynamisme face aux diverses contraintes auxquelles elle est soumise.

1.2. Les surfaces potentielles en SCV selon les stratégies des paysans adoptants.

Les surfaces dites « potentielles en SCV » ou cultivables en SCV ont été définies initialement suivant les unités agronomiques des parcelles : *tanety*, *baiboho* et certaines RMME. Les zones irriguées et certaines RMME dont la conduite en culture pluviale est impossible et les zones exondées de *tanety* de forte pente (15 à 60%) réservées aux reboisements ne font pas parties des zones potentielles en SCV au niveau des exploitations agricoles. Mais selon les stratégies des paysans adoptants, les surfaces potentielles en SCV sont déterminées par différents critères suivant les risques auxquels les parcelles sont exposées.

1.2.1. Risques liés à l'insécurité foncière.

- Les parcelles en métayage et/ou en location sont à fort degré de risque car les systèmes SCV ont une logique pérenne (au moins 5 ans, voir 10 ans) alors que les propriétaires cherchent à changer tous les ans de métayers ou de fermiers pour limiter le risque d'appropriation illicite des terres. Le faire valoir indirect est ainsi le premier critère d'élimination des parcelles cultivables en SCV. Les paysans ne veulent pas installer les systèmes SCV sur les parcelles qui sont en métayage et/ou en fermage. Le risque de reprise des parcelles par les propriétaires est, en fait, élevé alors que les systèmes SCV sont des investissements à long terme dont les effets ne sont ressentis que sur plusieurs années de pratiques.

- Les parcelles qui sont des héritages non-partagées ont le même degré de risque que les parcelles en mode de Faire Valoir Indirect (FVI : en métayage et/ou en fermage), la pratique paysanne « tour de culture » ou le transfert de gestion des parcelles entre les héritiers à court ou à moyen terme limite l'adoption des techniques SCV sur ces parcelles. Les paysans adoptants hésitent aussi à s'investir sur ces parcelles par peur de litige foncier entre les héritiers une fois que la fertilité du sol est régénérée.

1.2.2. Risque climatique.

Certaines RMME et certaines parcelles sur *baiboho* situées près des cours d'eau sont fréquemment exposées aux risques d'inondation et/ou d'ensablement, ce qui rend impossible l'installation des systèmes SCV.

De même sur les parcelles exondées trop humides de certaines RMME et certaines *baiboho*, la conduite des parcelles en SCV n'est pas réalisable.

1.2.3. Risques de divagation liés à la situation des parcelles.

Les divagations sont généralement considérées comme les facteurs de blocage de pérennisation des parcelles en SCV. Les parcelles près des villages sont très sensibles aux

divagations des volailles. Tandis que les parcelles situées à proximité des couloirs de passage des animaux sont exposées aux risques de divagation bovine. Les parcelles trop éloignées des villages sont particulièrement exposées au risque de divagation bovine en saison sèche et au vol. Le niveau de perception des risques liés aux divagations est pourtant différent d'un paysan adoptant à un autre. Certains agriculteurs font l'embocagement³⁰ des parcelles pour limiter la divagation bovine, tandis que d'autres considèrent les parcelles comme non cultivables en SCV. L'éloignement des parcelles influence souvent le choix des systèmes installés mais rarement le choix stratégique de l'installation des parcelles en SCV.

Toutes les parcelles exposées à ces risques ne sont pas prises en compte parmi les surfaces potentielles en SCV au niveau d'une exploitation.

2. Caractérisation des exploitations agricoles face aux techniques SCV.

2.1. Typologie de comportement des adoptants des systèmes SCV.

Le croisement des quatre critères discriminants a mis en évidence sept grands types d'exploitation à différents dynamismes et à stratégies différentes.

Tableau 50 : Typologie de comportement des paysans adoptants en rapport avec les systèmes SCV.

Critère 1 : Evolution annuelle des surfaces en SCV	Critère 2 : Surface SCV/surface potentielle	Critère 3: Surface SCV/surface totale cultivée	Critère 4 : Stratégie	Type	Effe ctif (%)
en augmentation	>100%	de 50 à 100%	Extension des surfaces sur les parcelles en métayage et/ou en fermage.	1	9
	100%	plus de 50%	Maintient des surfaces lorsque toutes les surfaces potentielles sont saturées.	2	5
	moins de 75%	moins de 50%	Augmentation nette des surfaces en SCV chaque année mais la part des SCV au niveau de l'exploitation est +/- importante.	3	23
en « dent de scie »	de 50 à 100% et plus	de 50 à 100%	Variation des surfaces en SCV avec part des SCV plus de 50% des surfaces totales cultivées	4	8
		de 25 à 50%	Variation des surfaces en SCV avec part des SCV moins de 50% des surfaces totales cultivées.	5	23
	moins de 50%	de 25% à 50%	Variation des surfaces mais part SCV négligeable.	6	24
en diminution	moins de 25%	moins de 25%	Réduction progressive des surfaces avec les techniques SCV ou abandon des techniques SCV.	7	7

³⁰ Haie vive autour de la parcelle.

2.2. Les facteurs déterminants du dynamisme des exploitations agricoles.

L'analyse des atouts et des contraintes de chaque type de comportement (cf. annexe 10) fait apparaître les variables suivantes comme les facteurs déterminants du dynamisme des exploitations agricoles : (i) les surfaces des rizières irriguées cultivées, (ii) le niveau d'équipement : attelé et/ou mécanisé et (iii) l'accès au crédit agricole. Les facteurs « main d'œuvre familiale par unité de surface » et situation géographique des paysans adoptants sont jugés secondaires.

Le croisement de ces variables avec la typologie de comportement fait ressortir que d'une manière générale, le dynamisme des exploitations agricoles est inversement proportionnel à la dotation en facteur de production (cf. tableau 51).

Tableau 51 : Croisement de la typologie avec les facteurs de productions et la situation géographique des exploitants.

Type	SCV/ surface totale cultivée	Surface SCV / Surface potentielle	Surface RI cultivée (ha)	Surface RI en Faire Valoir indirect	Nombre actifs par unité de surface cultivée ³¹	Accès _ traction attelée et/ou mécanisée	Pas d'accès au crédit	Accès au crédit avant 2007-2008	Accès crédit jusqu'à 2009 2010	ZNE	VSE
Type 1	+++	++++	de 0 à 1 ³²	+++	2,3	+	0	+	++	+++	0
Type 2	++	+++	1 à 2,5	++	1,2	++	+	0	+++	+++	+
Type3	+	++	de 1 à 5	+	0,8	++	0	+	++	+	++
Type 4	+++	+++	de 0 à 1	0	1,0	++	+	++	0	+	++
Type 5	+	++	de 2 à 5	++	1,2	+++	+	++	0	++	+
Type 6	+	+	de 1 à 3	+	1,0	+++	0	++	+	+	++
Type 7	0	0	de 1 à 6	+	1,4	++	0	++	0	++	+

Légende :

++++ : plus de 100%, +++ : de 75 à 100%, ++ : de 50 à 75%, + : de 25 à 50%,
0 : moins de 25%.

³¹ Nombre des MOF (actif) / surface totale cultivée (ha).

³² Sauf pour une exploitation de type A avec 1ha de rizière en FVD et 9ha en FVI.

Les paysans ayant de faible surface de rizières cultivées en faire valoir direct sont plus dynamiques à l'adoption des techniques SCV. Les paysans non mécanisés semblent plus dynamiques face à l'adoption des SCV. Le niveau d'équipement attelé et/ou motorisé permet aux paysans de faire des métayages et/ou des fermages dans les zones irriguées qui ont leur priorité et de négliger les cultures pluviales qu'ils considèrent comme plus risqué.

L'accès aux crédits joue à un rôle dans la pérennisation d'adoption des techniques SCV. Les paysans moins dynamiques avec des surfaces en SCV exerçant un en effet « yoyo » sont des agriculteurs qui ont eu des accès au crédit les deux ou trois premières années d'adoption des SCV. L'effet immédiat d'arrêt d'accès au crédit a entraîné un problème de trésorerie au moment de la mise en place des cultures. Les techniques SCV nécessitent pourtant beaucoup d'investissement notamment au moment des semis: achats des intrants en particulier l'herbicide l'insecticide pour le traitement des semences et la main d'œuvre extérieure pour les semis.

Les paysans dans la ZNE semblent plus dynamiques que ceux de la VSE. Les traits faibles surfaces de rizières irriguées disponibles limitées dans la zone nord obligent les paysans à intensifier les cultures sur *tanety* pour sécuriser leur autosuffisance alimentaire. Par contre, l'étendue de surface des rizières et des RMME dans la zone sud limitent souvent le développement des cultures pluviales au niveau de l'exploitation.

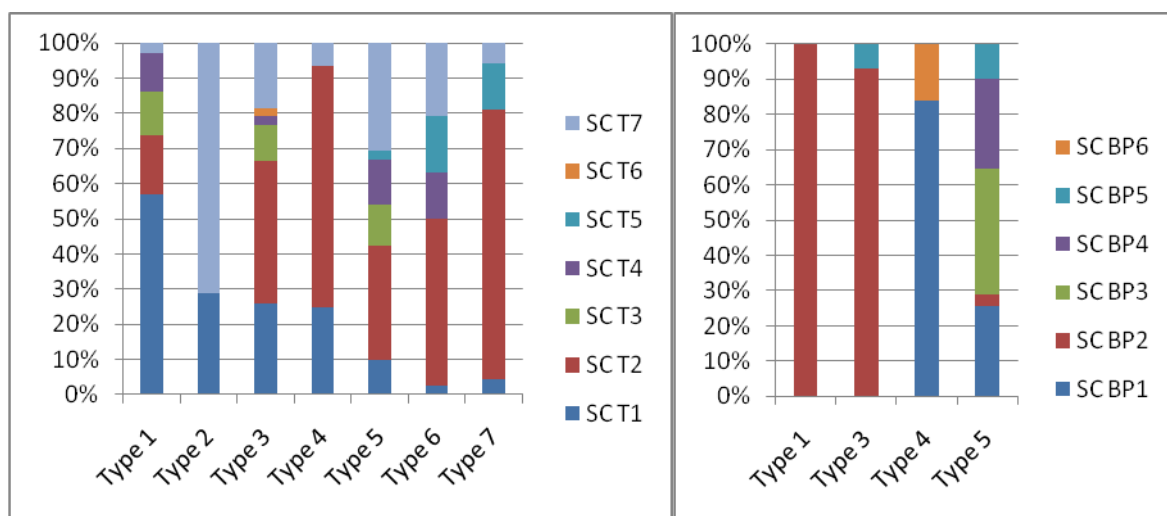
Le rapport entre la main d'œuvre familiale et les surfaces totales exploitées n'a pas d'influence directe sur l'adoption des techniques SCV. Les travaux de préparations des parcelles en SCV sont faits avant l'arrivée des premières pluies utiles ce qui permet aux paysans adoptants d'alléger les pics de travaux agricoles au moment de la préparation et de repiquage sur les rizières.

3. Les systèmes de cultures adoptés par type d'exploitation.

3.1. *Sur tanety et bas de pente.*

Les systèmes de cultures préconisés (SC T1 : rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ») sur *tanety* sont plus modifiés dans les exploitations moins dynamiques (cf. graphe 12). Des nouveaux systèmes sont apparus (SC T3, SC T4, SC T5, SC T6) dans les exploitations moins dynamiques. Le système fourrager (SC T2) est également plus adopté dans les exploitations moins dynamiques.

Le système de culture innovant performant et stable (SC BP2 : rotation triennale « maïs + légumineuses volubiles // maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ») sur les sols riches de bas de pente est le plus adopté par les paysans du type 1 et 3.



Graph 11 : Les systèmes de cultures sur tanety adoptés par type de paysans.

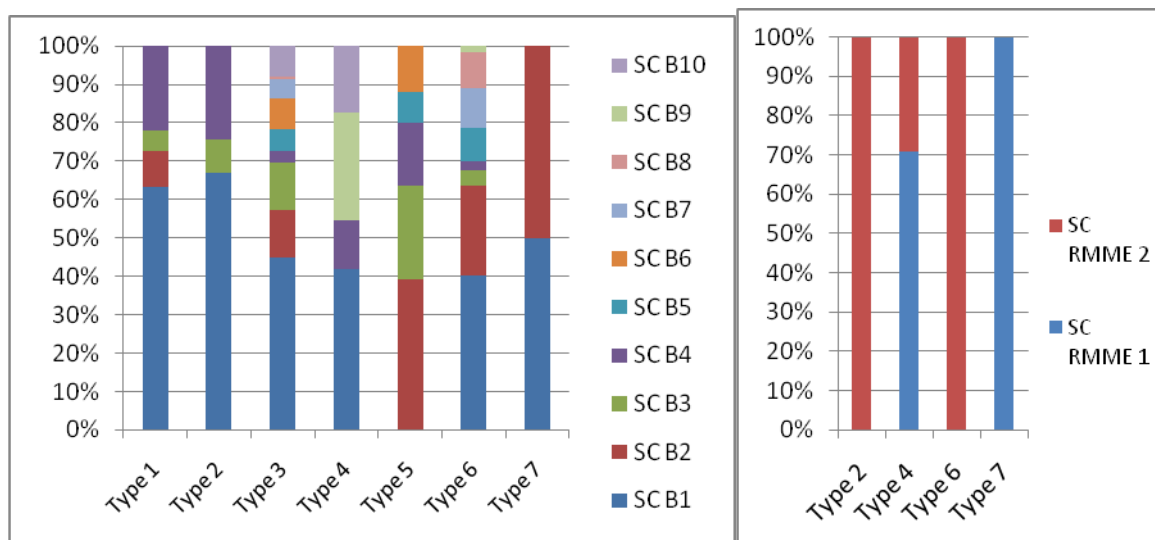
Graph 12 : Les systèmes de cultures sur les bas de pentes adoptés par type de

3.2. Sur baiboho et RMME.

D'une manière générale, le système continu de « riz / maraîchage sur paillage » évoluant en système à base de vesce (SC B1) est le plus adopté sur *baiboho* sauf chez les exploitants du type 5 (cf. graphe 14). Vu la faible surface de *baiboho* exploité, les adoptants du type 5 ont adopté le système continu de « riz / maraîchage sur paillage » (SC B2) plus facile à mettre en œuvre que le système SC B1 et l'import éventuel de biomasse ne pose pas de problème.

Cependant l'adoption du système continu de « riz / maraîchage sur paillage » (SC B2) est en corrélation négative avec le dynamisme des exploitations agricoles, les paysans moins dynamique ont adopté massivement le SC B2. Les systèmes de cultures adoptés par les paysans les moins dynamiques (du type 3 au type 6) ont connu des fortes évolutions.

Le système à base de vesce (SC RMME 1) est le plus développé sur les RMME pérennisées en SCV sauf chez les paysans du type 7 (cf. graphe 15).



Graphe 14: Les systèmes de cultures sur baiboho adoptés par type de paysans.

Graphe 13: Les systèmes de cultures sur les RMME adoptés par type de paysans.

Bref, l'accès à la traction attelée et/ou mécanisé discriminants, la taille des rizières cultivées et l'accès au crédit agricole sont les trois critères déterminants de dynamisme d'adoption des systèmes SCV au niveau des exploitations. D'une manière générale, les paysans les moins dotés en rizières cultivées sans matériel agricole et avec un appui de microcrédit sont plus dynamiques à l'adoption des systèmes SCV. Les adoptants dans la zone nord sont généralement plus dynamiques à l'adoption des techniques SCV que ceux dans la zone sud.

Les systèmes de cultures préconisés sont plus modifiés chez les exploitants moins dynamiques.

PARTIE 4 : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

1. Discussion des résultats, le devenir des SCV dans la région du Lac Alaotra.

Les systèmes SCV sont des processus longs et complexes. La durabilité sur l'adoption des systèmes SCV commence par une réelle compréhension fine et détaillée sur les principes de base de ces systèmes par les paysans utilisateurs. Cette bonne compréhension des systèmes est nécessaire pour avoir une véritable évolution endogène des systèmes après appropriation.

1.1. Nouvelles définitions des systèmes SCV.

Selon les adoptants, les systèmes SCV sont des « *techniques de zéro labour* » qui « *dépendent essentiellement de la quantité de biomasse sur les parcelles* » ce qui souligne pour eux l'importance du mulch dans le conditionnement du système qui est effectivement primordial. Parmi les trois principes de base des systèmes SCV (non labour, plante de couverture / mulch et rotation), les paysans ont retenus l'importance des sols couverts et l'absence de travail du sol. Le principe de rotation/succession des cultures a parfois été négligé ou considéré comme secondaire.

Certains paysans ont aussi considéré « *les systèmes SCV comme des systèmes conçus pour les paysans à niveau d'équipement manuel* ». Cette affirmation est vérifiée dans cette étude. Les paysans à niveau d'équipement lourd (traction attelée, moto-mécanisation) s'orientent plutôt vers la production de riz irrigué (type 5, 6 et 7) et les exploitations non mécanisées et sans ou à faible surfaces de rizières se montrent très dynamiques à l'adoption des systèmes SCV (type 1). L'étude récente a confirmée ce résultat, les exploitations moins dotées des facteurs de productions (exploitation de petite taille avec RI / RMME de 0,5 à 1ha, *tanety/ baiboho* de 0,5 à 1ha et sans zébus) ont un pourcentage plus élevé de surface en SCV par rapport à la surface totale de l'exploitation (FABRE J., 2011).

Le niveau de perception et de compréhension sur les systèmes SCV varient souvent suivant le type de systèmes de cultures installés et les contraintes spécifiques de la situation géographique de chaque adoptant.

1.2. Les facteurs qui motivent les paysans à adopter et conserver les systèmes SCV à moyen terme.

La régularité des rendements des parcelles avec les systèmes SCV (confirmant ainsi indirectement l'effet tampon des variations climatiques des mulch) et l'amélioration de la fertilité et de la structure du sol sont les trois premiers avantages cités par les paysans adoptants. Les agriculteurs perçoivent le degré d'amélioration de la fertilité et de la structure du sol par une simple comparaison de l'état végétatif avant et après la pratique des techniques SCV « *végétation toujours verte sur les parcelles en SCV, le sol se noircit et se décompacte* ».

Les adoptants dans la Zone Nord Est oublient parfois la réduction conséquente de sarclage en SCV sur *tanety* avec un système comme « maïs + légumineuses » qui dépend étroitement de la réussite des légumineuses. Tandis que les systèmes dans la Vallée du Sud Est sont surtout les systèmes à base de vesce sur *baiboho* qui assurent la production forte de biomasses annuellement. La réduction de temps de sarclage a été alors parmi les effets à moyen terme ressentis des adoptants dans la zone sud (cf. tableau 52).

Tableau 52 : Les motivations des paysans à conserver les techniques SCV.

Motivation des paysans adoptants des systèmes SCV	VSE (%)	ZNE (%)	Total (%)
Régularité de production	18	15	33
Amélioration de la structure et de la fertilité du sol	11	14	25
Réduction du coût de sarclage	16	5	21
Récolte précoce par rapport au système conventionnel	5	8	13
Meilleure répartition des travaux en fonction de priorité	6	0	6
Economie des semences	0	2	2
Effectif total (en % des paysans enquêtés)	56	44	100

1.3. Les systèmes SCV, une adoption encore fragile au niveau de l'exploitation.

Les systèmes SCV ne sont pas encore en phase de croisière au sein des exploitations. Les paysans sont en phase de recherche d'un équilibre entre leur compréhension des principes de base des systèmes SCV (leurs savoirs) et leur structure d'exploitation (les contraintes). Toutes les parcelles « pérennisées » en SCV depuis plus de 4 ans n'ont pas été conduites de même façon en suivant intégralement les recommandations au sein des exploitations sauf pour quelques paysans jugés « dynamiques » (type 1).

C'est surtout sur le choix des itinéraires installés que les paysans font des adaptations. Les techniques SCV sont des systèmes initialement conçus pour le moyen ou le long terme. Le choix des itinéraires techniques influence ainsi l'organisation du système de production de

l'exploitation tout entière : réorganisation de l'assolement, réorganisation des travaux agricoles. L'impact du choix du système ne dépend pas clairement de la situation nette des contraintes de la parcelle mais de l'impact global sur l'exploitation ce qui est plus contraignant pour l'encadrement et justifie pleinement l'adoption par le projet d'une « approche exploitation » depuis la campagne 2007-2008.

1.4. Les systèmes fourragers, l'impact de l'introduction des systèmes SCV.

Les systèmes fourragers n'ont pas été pris pour l'échantillonnage car ils ne sont pas des systèmes SCV. L'étude de l'ensemble des parcelles au niveau de chaque exploitation fait apparaître ces systèmes. Certaines soles fourragères ont été initialement conduites en systèmes SCV en particulier le système à base de brachiaria, mais ils ont évolués vers des systèmes pastoraux (SC T22). Et à l'inverse, d'autres parcelles pérennisées en SCV étudiées ont été des parcelles fourragères auparavant, mais elles ont été valorisées en culture vivrières au moment de l'échantillonnage (SC T21). L'un des impacts de l'introduction des systèmes SCV a été ainsi le développement de systèmes fourragers notamment dans la zone sud. L'élevage est mieux pris en compte dans les stratégies paysannes. Et les systèmes fourragers sont des portes d'entrée en SCV.

1.5. Evolution probables des systèmes SCV à moyen terme dans la région du Lac Alaotra.

1.5.1. Sur *tanety* et bas de pente.

La rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » n'est pas encore un système stable malgré sa performance économique prouvée par rapport aux autres systèmes de cultures innovants (SC T3 à SC T7). La durabilité de ce système résulte de la réussite des légumineuses dans le cycle. Il s'agit d'un système plutôt adaptés pour les paysans ayant des moyens financiers suffisants ou avec un accès au crédit pour l'achat des intrants et les mains-d'œuvre temporaires au moment de la mise en place. Les systèmes sur *tanety* tendent plutôt vers des systèmes extensifs surtout en engrais et en travail surtout depuis 2008 avec le doublement du prix des engrais. L'extension de nouvelles gammes de système continu (sans jachère) à base de stylosanthes avec l'introduction des itinéraires à bas niveau d'intrant est alors probable : (i) rotation sur trois ans de « *arachide + stylosanthes en année 1 // maïs + stylosanthes en année 2 // riz pluvial sur couverture morte de stylosanthes* » (SC T3, SC BPI) ou (ii) rotation sur quatre ans de « *riz pluvial // maïs + légumineuses // manioc + stylosanthes en année 1 // manioc + stylosanthes en année 2* » (SC T6).

1.5.2. Sur baiboho et RMME.

Les objectifs des paysans sur les zones de *baiboho* et RMME sont surtout

- de produire du riz tous les ans,
- de gagner des revenus sur les cultures maraîchères en contre saison,
- et d’avoir une forte quantité de biomasse dans un intervalle de temps très court.

Le système à base de vesce « riz / vesce + maraîchage » peut être ainsi se stabilisé à la place de la rotation interannuelle de « riz / maraîchage sur paillage » sur *baiboho* et RMME.

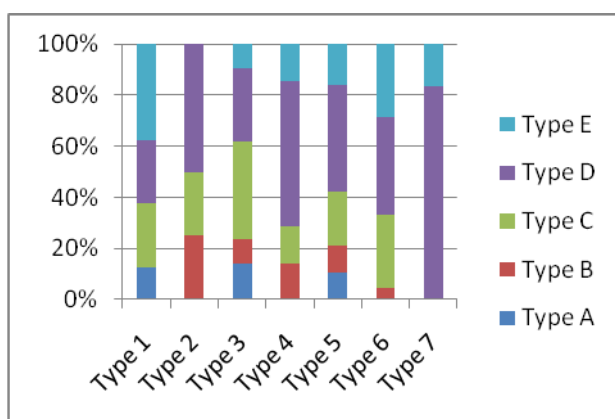
1.6. *Superposition de la typologie de comportement avec la typologie 2011(FABRE J., 2011).*

La typologie de comportement est proportionnelle à la typologie 2011. La prise en compte du critère évolution annuelle des surfaces en SCV (critère 1) fait apparaître les types 4, 5 et 6.

Typologie de comportement	Typologie 2011
Type 1	Exploitations très dynamiques
Type 2	Exploitations très dynamiques
Type 3	Exploitations dynamiques
Type 4	Exploitations très dynamiques/ Exploitations dynamiques
Type 5	Exploitations dynamiques
Type 6	Exploitation peu dynamiques
Type 7	Exploitation peu dynamiques

1.7. *Croisement de la typologie de comportement avec la typologie utilisée en Réseau de Ferme de Référence.*

La typologie de comportement ne superpose parfaitement pas à la typologie RFR. (cf. graphe 16, tableau 53).



Graphique 15 : Croisement de la typologie de comportement avec la typologie RFR 2007.

Tableau 53 : Typologie RFR, 2007.

Typologie RFR	Dénomination
Type A	Grands riziculteurs
Type B	Riziculteurs à rendements aléatoires
Type C	Autosuffisants exploitant les <i>tanety</i>
Type D	Agriculteurs diversifiant leurs productions
Type E	Agriculteurs non autosuffisants et ouvriers agricoles
Type F	Pêcheurs ayant une activité agricole
Type G	Pêcheurs sans terre sans activité agricole

La part des surfaces dédiée aux systèmes SCV n'est pas de même ampleur au niveau de chaque type d'exploitation (type A à type G). Ce qui montre que d'autres facteurs non structurels déterminent le dynamisme d'adoption des techniques SCV au niveau de chaque exploitation. L'appui au crédit agricole et l'environnement géographique jouent un rôle important dans la place réservée aux SCV dans les exploitations.

2. Discussion sur les hypothèses testées.

Suites aux résultats sus-mentionnés, l'hypothèse 1 « *les systèmes de culture de type SCV permettent d'avoir une productivité durable* » est acceptée. Les systèmes de cultures pluviales continues sont rendus faisables avec les techniques SCV par rapport au système conventionnel (avec jachère de 2 à 4 ans). Malgré les variations aléatoires de pluviométrie et la baisse tendancielle des apports en éléments fertilisants, les rendements de riz pluvial et de maïs sont stables quelque soit du type de système de culture grâce aux apports systématiques de biomasse sur les parcelles ce qui montre la durabilité dans le temps des systèmes SCV. Le développement d'une biomasse suffisante pour servir de mulch est donc un des éléments clé qui assure la durabilité des systèmes SCV.

L'hypothèse 2 « *les paysans s'approprient les techniques des systèmes SCV en fonction de la disponibilité des facteurs de productions : terre, main d'œuvre, capital, type de matériels* » est vérifiée en partie. L'accès aux rizières et le niveau d'équipement agricole sont les deux premiers facteurs déterminants qui influencent la diffusion des systèmes SCV au sein de l'exploitation. D'autres variables non-structurelles interviennent pourtant sur l'adoption et l'appropriation paysanne des techniques SCV: l'accès au microcrédit et l'environnement géographique. Les paysans à faible surfaces de rizières cultivées, non mécanisés se trouvent très dynamiques à l'adoption des systèmes SCV. Les agriculteurs dans la zone nord sont nettement plus dynamiques que dans la zone sud. Les systèmes de cultures préconisés sont

plus modifiés chez les exploitants moins dynamiques, ce qui justifie qu'il y a vraiment des adaptations et appropriations des systèmes SCV chez les utilisateurs finaux (les paysans).

3. Recommandations.

3.1. *Diffuser les systèmes de culture innovants durables.*

Les systèmes de cultures innovants étudiés précédemment peuvent être diffusés largement.

Tableau 54 : les systèmes de culture innovants à diffuser.

Toposéquence	Référence	Systèmes de culture
Tanety	SC T1	Rotation sur deux ans de « maïs + légumineuses volubiles » suivi de riz pluvial. L'utilisation des légumineuses volubiles à forte production de biomasse est fortement recommandée L'innovation paysanne « maïs + dolique + niébé » est conseillée pour améliorer la performance agronomique de ce système.
	SC T33	Introduction de la culture l'arachide dans le système : « rotation quadriennale : maïs + légumineuses volubiles // arachide // maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial ». L'intégration du système à base de stylosanthes est faisable : « arachide + stylosanthes année 1 // maïs + stylosanthes année 2 // riz pluvial ».
	SC T6	Introduction de la culture de manioc dans le système : « rotation quadriennale : riz pluvial // maïs + légumineuses volubiles // manioc + stylosanthes 2 ans ».
Bas de pente	SC BP2	Rotation triennale : « maïs + légumineuses // maïs + légumineuse // riz pluvial » ou « riz pluvial // maïs + légumineuse // maïs + légumineuse ».
Baiboho et RMME	Système à base de vesce	Rotation intra-annuelle « riz pluvial / maraîchage + vesce » (diffusion en cours dans la région du Lac Alaotra).

3.2. *Agir sur les facteurs clés pour une adoption réussie des systèmes SCV chez les paysans jugés « non-dynamiques ».*

Pour augmenter les chances de succès des opérations de diffusion et d'encadrement, il faudrait identifier pour adapter les systèmes les contraintes et les facteurs de blocage d'adoption à court et à moyen terme des systèmes SCV chez les paysans jugés « non-

dynamiques ». Les paysans cibles sont les adoptants du type 4, type 5, type 6 et type 7 (la typologie de comportement).

Il faudrait lever :

✓ L'insécurité foncière :

Donner des garanties aux paysans propriétaires pour sécuriser leurs terres : travailler avec les autorités locales pour légaliser des contrats de location entre les paysans propriétaires et paysans locataires, continuer à favoriser l'acquisition des certificats fonciers. Ceux qui permettent aux paysans locataires ou métayers d'utiliser à moyen ou à long terme des parcelles pour pouvoir bénéficier des investissements initiaux qu'ils ont réalisés.

✓ Les faibles capacités d'investissement:

Afin de lever les facteurs économiques limitant l'adoption à long termes des SCV, il faudrait soutenir les organisations paysannes (OP) existantes. Encourager les OP : à acquérir des matériels agricoles comme les pulvérisateurs en commun, à faire des achats groupés des intrants agricoles auprès des distributeurs pour bénéficier des remises, à s'organiser autour de disciplines internes pour l'emprunt à caution solidaire. Ces principes peuvent être adoptés par les paysans adoptants dans un même village (en cas des paysans non membre des OP).

✓ Les blocages au niveau de l'exploitation

Former ensemble les personnes clés décideurs dans l'exploitation. En fait, si l'un des personnes clés de la famille n'est pas convaincu par l'adoption des techniques SCV, cela peut devenir le principal blocage d'adoption au niveau des exploitations.

3.3. Pérenniser l'adoption des systèmes SCV chez les paysans jugés dynamiques.

La création d'un environnement socio-économique favorable autour des paysans jugés « dynamiques » est importante pour qu'il y ait un mécanisme de la continuation d'adoption des systèmes SCV. Les paysans cibles sont les exploitants du type 1, type 2 et type 3. Il faudrait :

✓ Favoriser l'appropriation des techniques SCV :

Identifier et favoriser les paysans « dynamiques » motivés afin qu'ils deviennent les « leaders » de la diffusion des SCV auprès du village.

Augmenter davantage le feed-back entre les opérateurs et paysans: intégrer les véritables contraintes paysannes et l'évolution des systèmes (processus d'innovation à intégrer et non à rejeter sous prétexte qu'ils ne suivent éventuellement pas la norme),

Multiplier les brochures compréhensibles des paysans : en version malgache, avec des photos,...

- ✓ Favoriser la « filière SCV » :

Mettre à la disposition des revendeurs/ distributeurs des intrants agricoles des fiches techniques spécifiques « SCV ». Les fortes demandes de conseils et d'appui sont sur les types et les doses de produits phytosanitaires. Des formations et des appuis techniques sur les principes de base des systèmes SCV des revendeurs sont ainsi essentiels.

Créer des points de vente des semences des plantes de couvertures. La création de cette filière valorise mieux les produits des plantes de service. Elle peut également le canal potentiel de la diffusion spontanée des systèmes SCV.

3.4. *Elargir les canaux de diffusions latérales des techniques SCV.*

Pour assurer la durabilité d'adoption des techniques SCV au niveau des paysans dans la région du Lac Alaotra, il faudrait favoriser la diffusion latérale des systèmes SCV.

- ✓ Organiser des foires « des SCV » permettant des échanges entre opérateurs/ paysans, paysans/paysans, expositions des produits issus des systèmes SCV, ...
- ✓ Travailler avec les mass médias locaux pour multiplier les informations techniques, le témoignage des paysans motivés et pour créer le réseau des paysans adoptants des techniques SCV.

CONCLUSION.

L'ONG TAFA, avec l'appui du CIRAD est à l'origine d'une large gamme de systèmes SCV dans la région du Lac Alaotra depuis la campagne 1998-1999. Les méthodologies d'approches et les conseils techniques ont évolués du niveau parcellaire à l'échelle exploitation au sein du projet pilote BV Lac.

La reconstitution de l'historique des parcelles de plus de 3 ans en SCV montre des changements des pratiques paysannes, des adaptations et des innovations sur les systèmes SCV sur tout le niveau de toposéquence.

Sur tanety et bas de pente :

Le système sous couverture morte importée de *bozaka* (*Aristida*) et de paille de riz a été le premier système adopté sur *tanety*. A cause de son exigence en travail pour la fauche et le transport des mulch sur *tanety*, de 30 à 50 hj/ha, et/ou le coût de botte de *bozaka*, de 60 000 à 120 000 Ar/ha entre 2002-2003 et 2004-2005, ce système a été quasiment abandonné lors de la campagne 2005-2006 au profit du système à base de maïs associé aux légumineuses volubiles par son installation facile. Malgré une diversification des systèmes installés sur *tanety*, les agriculteurs se sont orientés progressivement vers le système extensif et le système à base de stylosanthes depuis la campagne 2008-2009.

Plusieurs systèmes de culture innovants avec production de culture pluviale continue ont été identifiés sur *tanety* (5) et bas de pente (4). Les systèmes de culture recensés ont été classifiés suivant leur importance en surface. La rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluviale » (SC T1), le système de culture préconisé, a été le plus adopté sur *tanety*. Le système introduisant l'itinéraire manioc associé au stylosanthes à cycle long dans le système de culture préconisé (SC T6) est largement rentable par rapport aux autres systèmes de culture sur *tanety* grâce à la récolte du manioc, mais cette innovation reste encore marginale. Par contre, la rotation triennale de « maïs + légumineuses volubiles // maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » (SC BP2) est le système de culture le plus performant sur les sols riches des bas de pente. Le système introduisant la culture d'arachide dans la rotation standard (SC BP1) a été le système de culture le plus développé.

Sur baiboho et RMME :

Les adaptations paysannes sur *baiboho* et RMME sont surtout centrées sur l'ajustement et réorganisation des systèmes permettant de produire annuellement du riz en saison et de biomasse et des cultures maraîchères en contre saison. Une tendance marquée de

l'adoption des systèmes à base de vesce a été identifiées vers la campagne 2006-2007: du système à base de paillage à systèmes à base de vesce (SC B1 et SC RMM1).

La rotation intra-annuelle « riz pluvial / maraîchage + vesce » est le plus performant par rapport aux autres grands systèmes préconisés sur *baiboho* et certaines RMME.

La durabilité des systèmes de culture est vérifiée sur 5 à 6 campagnes successives compte tenu des variations aléatoires de pluviométrie et malgré la baisse tendancielle des apports en fumure organique et minérale sur *tanety*. Les rendements de riz pluvial (rendement moyen de 2555 ± 296 kg/ha dans la ZNE et $2\ 694 \pm 622$ kg/ha dans la VSE) et de maïs (rendement moyen de $2\ 499 \pm 146$ kg/ha dans la ZNE, $2\ 576 \pm 318$ kg/ha) sont stables sur *tanety* quelque soit le type de système de culture. Ce qui semble confirmer globalement l'hypothèse de régularité des productions par effet tampon des variations climatiques et des variations d'apport en élément fertilisant avec les techniques SCV.

Par contre l'introduction des systèmes SCV au niveau d'exploitation n'est pas de même ampleur. Le dynamisme des exploitations agricoles a été mesuré par (i) l'évolution dans le temps et dans l'espace des surfaces mises en valeurs en SCV, (ii) le pourcentage des surfaces en SCV par rapport surfaces totales potentiellement cultivables en SCV au niveau de l'exploitation, (iii) la part des surfaces en SCV par rapport aux surfaces totales cultivées et (iv) les stratégies des paysans. Sept types de comportement des paysans adoptants ont été identifiés. Le dynamisme d'adoption des systèmes SCV est inversement proportionnel à l'accès aux surfaces irriguées, l'accès à la traction attelée et/ou mécanisé. L'inaccessibilité d'appui au crédit agricole et l'environnement géographique sont les deux variables non-structurelles les plus déterminants du dynamisme d'adoption des techniques SCV des paysans. Les pratiques paysannes sur les parcelles pérennisées sont liées au dynamisme d'adoption des systèmes SCV. Les systèmes préconisés sont plus modifiés pour les exploitations les moins « dynamiques » ou jugées comme telles par le projet en regard à leur adoption ou non des systèmes SCV.

Les innovations paysannes prouvées durables peuvent être diffusées à grande échelle. Pour une adoption pérenne des systèmes SCV au niveau des paysans au Lac Alaotra, les contraintes et les facteurs de blocage à court et à moyen terme doivent clairement être identifiés pour adapter les systèmes à leurs contraintes incluant la prise en compte des modifications paysannes sur les systèmes initialement préconisés. La création d'un environnement socio-économique favorable s'avère indispensable pour qu'il y ait un mécanisme de la continuation d'adoption à long terme des techniques SCV avec en particulier un effort sur la structuration paysanne et l'animation au sein des GSD (Groupement Semi Direct) par le biais du conseil de gestion, incluant le conseil technique. L'élargissement des échanges entre opérateurs/paysans

et paysans/paysans devrait à terme pouvoir favoriser la diffusion latérale des techniques SCV qui reste actuellement extrêmement limitée.

GLOSSAIRE

1. Agriculture de conservation

Cette expression, promue par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) depuis 2001, désigne les systèmes de culture respectant les trois principes fondamentaux suivants : semis direct, couverture permanent (résidus de récolte ou plantes de couverture) et rotations des cultures. Depuis, il semble que son acceptation s'élargisse et perdre sa spécificité du début qui coïncidait bien avec celle des SCV (GROSCLAUDE J. Y. et al. 2006).

2. Innovation

Innover ce n'est pas inventer, ni imiter, c'est introduire quelque chose de nouveau, d'encore inconnu, dans une chose établie (SIBELET N., 1995). Au sens le plus large, c'est *“l'adoption d'une nouveauté”* (CHAUVEAU, 1999). En Agronomie, innover c'est effectuer une modification ou une transformation d'un système technique (système cultural ou d'élevage) ou d'un mode d'organisation. Cela revient à utiliser une invention ou à modifier une invention pour la rendre opérationnelle dans un contexte donné (PENOT E., 2001).

3. Itinéraire

L'Itinéraire est une suite logique et ordonnées des pratiques culturales (PENOT E., 2007).

4. « Parcelle abandonnée »

Une parcelle en SCV est dite « abandonnée » quand elle est remise en labour conventionnel. C'est un terme technique utilisé dans le cadre du projet BVLac et les opérateurs de diffusions des techniques SCV dans la région du Lac Alaotra.

5. Processus d'innovation

« Le processus d'innovation ne réside pas dans la modification de l'intervention de départ, endogène ou exogène, mais dans la modification des pratiques antérieures ». (COLIN et LOSCH, 1993, In thèse de PENOT E., 2001).

6. Réseau de Ferme de Référence :

Un réseau de fermes de références est un ensemble d'exploitations représentatives des différentes situations agricoles, suivies tous les ans, permettant de mesurer l'impact des actions d'un projet. (PENOT E., 2007)

7. Système de culture

Un système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière homogène. Chaque système de culture se définit selon i) la nature des cultures et leur ordre de succession et ii) les itinéraires techniques appliqués à ces cultures ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues. (SEBILLOTE, 1990, In thèse de PENOT E., 2007).

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

ANDRIANJAKA F. T. 2008. Etude des séries évolutives des systèmes agraires en relation avec les changements climatiques dans la région d'Ambatondrazaka. *Mémoire de fin d'étude, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département agriculture, Madagascar* 90 p.

ANDRI-KO. 2010. Evaluation de la production agricole par le sondage de rendement, pour la campagne 2008-2009, dans la région Lac Alaotra, lot n°2, estimation des productions des cultures pluviales en Semis direct sous Couverture Végétale et Rizières à Irrigation Aléatoire (RIA). *Rapport de sondage de rendement, campagne 2008-2009*, 108 p.

BRL Madagascar. 2003-2004 à 2005-2006. Diffusion des techniques de Semis direct sur Couverture végétale, Zone des Vallées du Sud-Est et d'Imamba Ivakaka. *Rapport de campagne saison*, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra.

BURESI J. M. 2006. Mission pour l'évaluation de la diffusion des SCV par les membres du GSDM. *Rapport de mission Madagascar, Evaluation diffusion GSDM-O9/2006*. 43 p.

BVLac II. 2008. Terme de référence BRL Madagascar. *Document de travail BVLac*. 46 p.

CHABIERSKI S. et al. 2005. Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agro-écologiques au lac Alaotra. *Communication au IIIème congrès mondial Conservation Agriculture : Linking Production, Livelihoods and Conservation, 3 au 7 octobre 2005, Nairobi, Kenya*, 8p.

CHARPENTIER H. et al. 2001. Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. *Rapport de campagne 2000-2001 et synthèse des 3 années du projet*. p.12 à p.59.

CHARPENTIER H. et al., 1999. Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. *Rapport de campagne saison 1998-1999, TAFA, Madagascar* 103 p.

CHARPENTIER H. et al., 2000. Rapport de campagne 1999-2000. *Rapport de campagne 1999-2000, Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar, TAFA Ambatondrazaka, Madagascar* 123 p.

CIRAD, CRET. 2002 ; Le Mémento de l'Agronome.

DEMERINGO H. 2005. Les techniques rizicoles au Lac Alaotra à Madagascar: analyses et propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture sous couvert végétal hors périmètre irrigué. *Mémoire de fin d'étude en Diplôme d'Etude Supérieure Spécialisé en Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale* 80 p. + annexes.

DEVEZE JC. 2007. Evolution des agricultures familiales du Lac Alaotra, Madagascar. 13 p.

Direction Régionale de Développement Rural, 2008. Monographie de la région Alaotra Mangoro. *Plan Régional de Développement*, 73 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009 ; Quand les *tanety* rejoignent les rizières au lac Alaotra : diversification et innovation sur les zones exondées dans un contexte foncier de plus en plus saturé, *Regional workshop on conservation agriculture, CIRAD/AFD, Phonsavan Xieng Khouang Laos PDR*, 31p.

DOMAS R., RAVONINJATOVO J. M. 2009. Projet de développement agricole incluant la diffusion des techniques agro-écologiques, Lot 2: Zone Nord Est. *Rapport de campagne saison 2008-2009, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra Phase II, BRL Ambatondrazaka, Madagascar* 66 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2007-2008 à 2009-2010. Diffusion des techniques de Semis direct sur Couverture Végétale, Zone de Vallée du Sud-Est, Imamba-Ivakaka et Rive Est. *Rapport de campagne saison, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra, BRL Ambatondrazaka, Madagascar* 83 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2008. Bilan sur les activités entreprises par BRL au cours de la première phase du projet BV-Lac. Quelles perspectives à court et moyen terme ? *Document de travail n°11, BRL/ Projet BV-Lac*, 18p.

DURAND C., NAVE S. 2007. Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et *tanety*. Etudes des dynamiques agraires et stratégies des paysans dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra. *Rapport de stage ESAT 1, IRC SupAgro, Montpellier* 121 p. + Annexes.

FABRE J. 2011. Evaluation technico-économique des effets systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du Lac Alaotra, Madagascar. *Mémoire de fin d'étude, Institut des Régions Chaudes, Montpellier SUPAGRO*. 97 p, + annexes.

FAO. 2000. L'historique des interventions et politiques sur la filière riz, *article*. 1 p.

GROSCLAUDE J. Y. et al. 2006. Le semis direct sur couverture végétale permanente, une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud. *Dossier AFD/CIRAD*. 29 p.

HUSSON O. et al. 2009. Le choix des cultures, associations et successions adaptées aux contraintes agro-climatiques. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume II. Chapitre 1*. 24 p.

MARTIN. J. E. 2004. Etude économique des effets obtenus par l'adoption des techniques agro-écologiques. *Rapport de stage à l'ENGREF 2004*. 16 p.

OLIVIER D. 2000. Analyse de l'adoption du système de culture avec semis direct sous couverture végétale au Lac Alaotra, à Madagascar. *Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse*. 94 p.

PENOT E. 2008. Bilan synthétique des activités menées 2003-2008, BVLac I. *Document de travail BVLac I*, 7 p.

PENOT E. 2007. Mise en place de réseau de fermes de références avec les opérateurs du projet, BV Lac, Lac Alaotra. Document de travail BVLac 40 p.

PENOT E. 2009. Des savoirs aux savoirs faire: l'innovation alimente un front pionnier, le lac Alaotra de 1897 à nos jours. *Document de travail BVLac N°27* 37 p.

PENOT E., ANDRIATSITOHAINA R. 2010. Savoirs, pratiques et changement de paradigme: de l'agriculture irriguée à la colonisation des *tanety*. Mythe, espoirs et réalités pour un développement durable au Lac Alaotra. *Communication Innovation and sustainable development in agriculture and food*, 28 juin-1 juillet 2010, France, Montpellier 12 p.

RABEZANDRINA R. 2000. Manuel de pédologie Malagasy. *Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département agriculture, Antananarivo, Madagascar*. 68 p.

RAKOTONDRAMBOLA V. Mai 2007. Bilan critique des quinze années de construction des systèmes de culture sur couverture végétale à Madagascar, rôle de l'ONG TAFI. *Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département Agro-mangement*. 55 p + annexes.

SEGUY L. et al. 2009. Principe et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume 1. Chapitre 1*. 31 p.

BVLac I. 2006. Protection des bassins versants : des résultats probants et intégré dans le Lac Alaotra. *La gazette de la grande Ile, article paru le 16/06/2006*. http://www.lagazette-dgi.info/index.php?option=com_content&task=view&id=8940&Itemid=27.

CIRAD. 2010. Groupement semi-direct de Madagascar : les 15 membres du GSDM, <http://www.cirad.mg/fr/anx/gsdm.php>. mars 2011.

CIRAD. 2010. Unité de recherche en partenariat "Systèmes de culture et rizicultures durables" http://www.cirad.mg/?pg1=urp_scrid. mars 2011.

FOFIFA. 2010. Pôles de compétence et partenariat sur les « Systèmes de culture et rizicultures durables » (PCP / SCRID). http://www.fofifa.mg/pcp_scrid.htm. mars 2011.

LISTE DES ANNEXES.

Annexe 1 : Contexte de l'étude.	i
Annexe 2 : Cadre logique de recherche.....	vi
Annexe 3 : Les unités agronomiques dans la Rive Est du Lac Alaotra.....	vii
Annexe 4: Caractéristiques des zones d'étude : deux zones à topographies contrastées et vitesses d'adoption des systèmes SCV différentes.	ix
Annexe 5 : Nombre des adoptants enquêtés et surface totale des parcelles étudiées dans la Zone Nord Est et la Vallée du Sud Est par type de toposéquence.	xii
Annexe 6 : Evolution de nombre d'adoptants (en cumul) et de surface cumulée sous SCV depuis la campagne 2000-2001 au Lac Alaotra.....	xiii
Annexe 7 : Evolution de prix des intrants dans la région du Lac Alaotra sur huit campagnes agricoles successives.	xiv
Annexe 8 : Les systèmes SCV diffusés dans la région du Lac Alaotra.....	xv
Annexe 9 : Rendement moyen par systèmes de cultures sur <i>tanety</i> et <i>baiboho</i>	xxii
Annexe 10 : Les stratégies des paysans.....	xxiii
Annexe 11 : Typologie des exploitations pour les Réseaux de Fermes de Références (NAVE S. et DURAND C., 2007).....	xxvii
Annexe 12 : Typologie de comportement 2011 (FABRE J., 2011).	xxix

Annexe 1 : Contexte de l'étude.

1. Les systèmes SCV, des réponses à priori bien adaptées aux contraintes des *tanety*³³.

1.1. Des sols exondés peu fertiles et fragiles.

La production rizicole³⁴ (irriguée et pluviale) stagne depuis plus de dix ans. Il s'en suit une mise en culture de plus en plus importante et fréquente des versants et des sommets des collines (GROSCLAUDE J. Y. et *al.*, 2006). Ces sols sont en général pauvres en potasse (K₂O³⁵) et surtout en phosphate (P₂O₅) avec une teneur variable en azote (N) suivant la proportion en matière organique (RABEZANDRINA.R, 2000). À cause de la topographie des *tanety*, ils sont aussi très favorables à l'érosion par ravinement ou par glissement de terrain (formation des *lavaka*).

La mise en culture des *tanety* fait alors l'objet de recommandations de protection contre l'érosion avec un apport annuel important d'éléments fertilisants (cf. tableau 55).

1.2. Les jachères, anciennes pratiques paysannes pour limiter l'érosion et remonter la fertilité des sols sur *tanety*.

Une partie des paysans ne disposent, ni de moyens financiers suffisants pour apporter des engrais chimiques ni de ressources suffisantes disponibles en fumures organiques pour corriger les carences en éléments minéraux du sol et/ou pour compenser les éléments exportés par les récoltes. Les agriculteurs développent d'autres pratiques qui permettent d'entretenir la fertilité du sol et d'atténuer l'érosion des *tanety* : il s'agit de systèmes avec jachère.

La mise en jachère ne se raisonne pas pourtant seulement par rapport à l'état de fertilité des parcelles cultivées. Elle n'est faisable que si l'exploitation a des réserves suffisantes en terres cultivables. Cependant le système ne résout pas les problèmes d'érosion. De plus, les

Dose recommandée des apports en fumures organiques et minérales sur *tanety*.

Fertilisation des <i>tanety</i>	Type 1	Type 2
Fumure de fond (kg/ha)		
Fumure organique	0	0
P ₂ O ₅	160	300
K ₂ O	60	200
Dolomie	2 000	2 000
Fumure d'entretien annuel (kg/ha)		
Fumure organique	20 000	0
N	30	100
P ₂ O ₅	60	100
K ₂ O	45	50

Source : RABEZANDRINA.R, 2000.

³³ *Tanety* (ou colline) désigne ici l'ensemble du plateau sommital, la zone de pente ou flanc de *tanety* et le bas de pente.

³⁴ La production locale en riz blanc par tête a été de 138 kg en 1975 à 130 kg en 1998 (6-7% de baisse) (FAO, 2000).

³⁵ K₂O : Oxyde de potassium, P₂O₅ : anhydride phosphorique.

aménagements (terrassement, banquettes, levées de terre ou murettes) de lutte antiérosive sont coûteux.

Les techniques SCV se révèlent donc des réponses localement adaptées aux contraintes de la mise en culture des *tanety* à Madagascar.

2. Les principes fondamentaux des systèmes SCV.

Les principes de conduite des écosystèmes cultivés en SCV visent à reproduire le fonctionnement d'un écosystème naturel forestier : i) minimisation des perturbations du sol et de la litière: zéro labour, ii) maintien du sol couvert en permanence par l'utilisation des plantes de couverture mortes ou vivantes et iii) reproduction et restitution au sol d'une forte biomasse par associations / successions d'une diversité de plantes aux fonctions multiples (SEGUY L. et *al.*, 2009).

Le travail mécanique du sol est, en conséquence, remplacé par les travaux biologiques grâce au système racinaire des plantes de couvertures et au développement intense des activités biologiques du sol. Seules les matières végétales utiles, essentiellement les grains ou les tubercules, sont théoriquement exportées hors de la parcelle.

Les systèmes SCV s'avèrent ainsi à priori plus durables grâce à une préservation du sol, ce qui justifie les efforts faits pour leur diffusion dans une optique de développement durable au Lac Alaotra depuis la campagne 1998-1999.

3. L'état de diffusion des systèmes SCV dans la région du Lac Alaotra.

3.1. Les techniques SCV comme réponse aux pressions agricoles d'une agriculture minière sur tanety au Lac Alaotra.

L'agriculture au lac Alaotra a profondément changé depuis les années 1980. Elle était auparavant basée sur la riziculture dans la plaine et l'élevage bovin (CHARPENTIER H. et *al.*, 2000). L'augmentation de la population a conduit à une saturation foncière et à une pression grandissante sur les ressources naturelles (NAVE S., DURAND C., 2007). La surface des rizières n'est plus extensible. Les paysans ont progressivement commencé à pratiquer la culture du riz pluvial. Depuis cette décennie, la région du lac Alaotra a connu une pression agricole très forte sur les *tanety*, surtout à l'Est du lac sur les sols pauvres encore peu exploités auparavant (CHARPENTIER H. et *al.* 2001). Les agriculteurs ont amorcé la colonisation des collines alentours avec des pratiques culturales et pastorales particulièrement érosives sur les sols fragiles des *tanety* (BRL Madagascar, 2004). La colonisation des *tanety* n'est plus considérée comme un phénomène émergent ou marginal (NAVE S., DURAND C., 2007).

Les pratiques traditionnelles basées sur le travail du sol et la pratique des jachères de courte durée due aux pressions foncières dans la région du Lac Alaotra ont permis de répondre aux besoins des paysans à court terme mais ont eu de lourdes conséquences sur le milieu. Les systèmes conventionnels induisent une baisse progressive de rendements liée à une baisse progressive de la fertilité du sol. Les éléments exportés par les récoltes ne sont en effet pas compensés par des restitutions au sol. De plus, l'emploi d'engrais minéral³⁶ est encore peu développé au Lac Alaotra (PENOT E., 2009). Dans les périmètres rizicoles, l'ensablement s'accroît en raison de l'augmentation des pressions anthropiques sur les versants fortement sensibles à l'érosion.

Les systèmes SCV ont été ainsi introduits par l'ONG TAFA en 1998 dans la région du Lac Alaotra. La diffusion a été plus intense depuis son intégration au projet BV Lac (campagne 2003-2004), qui a pour vocation d'intensifier les productions agricoles pour accroître le revenu des paysans et de préserver les ressources naturelles de l'érosion.

3.2. Les dispositifs d'encadrement et les paquets techniques diffusés

3.2.1. L'évolution des méthodologies d'approches développées par les projets/opérateurs de diffusion.

Dans le cadre du projet « diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar », de 1998 à 2001, l'approche développée par l'ONG TAFA et l'ANAE (Association Nationale d'Actions Environnementales) a été basée sur l'installation des sites de références en milieux paysans avec la participation effective des agriculteurs concernés (CHARPENTIER H. et *al.*, 1999). Un appui technique des paysans et/ou des ONG, avec la prise en charge des intrants agricoles, a été également adopté.

Au cours du projet BVLac I, de 2003 à 2007, les approches se sont concentrées surtout au niveau parcellaire. Les parcelles bien exposées ont été privilégiées dans le but d'installer des parcelles de référence au niveau de chaque village. La première phase du projet a été marquée par la mise en place des associations paysannes « Groupement de Semis Direct » (GSD) pour faciliter l'encadrement technique et encourager le prêt à caution solidaire avec l'appui du Bureau d'Expertise Sociale et Territoriale (BEST).

A partir de la campagne 2007-2008, BV Lac II, les méthodes d'approche et d'évaluation s'affinent à l'échelle de l'exploitation. Elles ne se limitent plus aux niveaux parcellaires, les résultats des diagnostics de terroirs sont couplés avec les données des facteurs de production des exploitations agricoles en vue de proposer des techniques qui répondent exactement aux objectifs de chaque type d'exploitation identifié en 2007 par NAVE S. et DURAND C.

Schéma synthétique des méthodes d'approches sur les techniques SCV dans la région du Lac Alaotra.

³⁶ A Madagascar, l'utilisation des engrais est de 10kg/ha contre 340 kg/ha recommandé (FAO, 2000).

TAF/ ANAE 1995 à 1998 : Introduction du SCV au Lac Alaotra, phase d'essai sans projet	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC	Approche GSD et ZGC
Saison 1998-1999 : 1ère diffusion du SCV	Approche jardins scolaires	Approche jardins scolaires	Approche jardins scolaires	Approche jardins scolaires	Formation/sensi- bilisation	Formation/sensi- bilisation	Approche Exploitation
1998 à 2000 : Installation des sites de démonstrations chez les paysans	Approche individuelle	Approche individuelle	Formation/sensi- bilisation	Formation/sensi- bilisation	Approche Parcelaire	Visites organisées	Sessions API / réunions de bilan de campagne
2000-2003 : Parcelles de démonstrations et Formations/ appuis techniques des paysans, ONG	Formation/sensi- bilisation	Formation/sensi- bilisation	Approche Parcelaire	Approche Parcelaire	Visites organisées	Approche Exploitation	Sensibilisation sur le Certificat foncier
		<u>Approche Parcelaire</u>	<u>Visites organisées</u>	Visites organisées	<u>Approche Exploitation</u>	<u>Sessions API / réunions de bilan de campagne</u> <u>Sensibilisation sur le Certificat foncier</u> <u>Approche terroir</u>	Approche terroir
Campagne 2001 à 2003	Campagne 2003-2004	Campagne 2004-2005	Campagne 2005-2006	Campagne 2006-2007	Campagne 2007-2008	Campagne 2008-2009	Campagne 2009-2010

Une gamme de systèmes a été ainsi mis au point et a été vulgarisé lors des ces trois phases de diffusion dans la région du Lac Alaotra.

Quatre grands types de système ont été testés et diffusés par TAFA pendant les campagnes 1998-1999 à 2000-2001: i) système avec écobuage en ouverture de système, ii) système sous couverture morte importée de paille de riz ou de *bozaka* (Aristida), iii) système combiné «écobuage + couverture morte importée» et iv) le système à couverture vive de *brachiaria*.

Madagascar, 2006). La diffusion soutenue des systèmes à base de biomasse produite in-situ s'est faite depuis la campagne 2006-2007.

Dans le cadre du projet BVLac II, les systèmes préconisés ont été groupés en trois grands types i) les systèmes à base de paillage produit in-situ ii) les systèmes à base de couverture vive tels les légumineuses volubiles en culture pure ou en association avec du maïs, les systèmes à base de stylosanthes et de brachiaria et iii) les légumineuses sur couverture vive ou morte de cynodon en année d'entrée en SCV. Dès la campagne 2007-2008, les propositions d'itinéraires avec les techniques SCV faites par les techniciens et le choix des itinéraires par l'agriculteur dépend des facteurs de production disponibles sur l'exploitation et de l'objectif de l'agriculteur (DOMAS R, ANDRIAMALALA H. 2008).

Annexe 2 : Cadre logique de recherche.

Hypothèses	Indicateurs	Méthodologie	Résultats attendus
Les systèmes de culture de type SCV permettent d'avoir une productivité durable.	<ul style="list-style-type: none"> - Evolution des rotations/successions des cultures par parcelle suivie, - Evolution des rendements par spéculations, par campagnes agricoles et par parcelle étudiée, - Prix des produits agricoles et des intrants pour la campagne agricole 2008-2009, - Changement des pratiques par rapport aux systèmes préconisés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Synthèse bibliographique sur l'évolution des systèmes SCV vulgarisés, - Identification des parcelles étudiées sur les données cartographiques avec les techniciens responsables des zones étudiées, - Enquête par questionnaire des paysans sur <ul style="list-style-type: none"> ✓ l'évolution des systèmes de culture installées sur les parcelles, ✓ l'évolution des rendements sur les parcelles étudiées, ✓ les adaptations et les innovations sur les techniques préconisées, ✓ les facteurs d'adoption ou d'abandon des systèmes de cultures et/ou des itinéraires préconisés, ✓ le prix de vente des produits agricoles et pour la campagne 2008-2009. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les tendances des pratiques paysannes et l'évolution de grands systèmes préconisés sont identifiées. - Les rotations/successions de cultures adoptées par type de toposéquence sont étudiées. - Les innovations paysannes sur les techniques SCV sont analysées.
	<ul style="list-style-type: none"> - Evolution des pluviométries locales sur les 10 dernières campagnes successives, - Evolution des rendements par spéculations, par campagnes agricoles et par parcelle étudiée, - Evolution des apports des fumures organiques et des engrais minéraux par campagne. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche des données disponibles sur les quantités pluviométriques de la région du Lac Alaotra depuis la campagne 2000-2001, - Enquête par questionnaire des paysans sur <ul style="list-style-type: none"> ✓ les rendements par spéculation, par campagne et par parcelles suivies, ✓ les apports en fumures organiques, NPK et Urée par spéculation, par campagne et par parcelles étudiées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Des courbes d'évolution de rendements par spéculation, par système de culture en fonction des quantités pluviométriques et des apports en fumure organique et minérale sont établies.
Les paysans s'approprient les techniques des systèmes SCV en fonction de la disponibilité des facteurs de productions.	<ul style="list-style-type: none"> - Les facteurs de production: <ul style="list-style-type: none"> ✓ surface totale cultivée et surface totale en faisances valoir direct, en métayage et/ou en fermage par niveau de toposéquence, ✓ nombre totale des actifs travaillant en permanence au niveau de l'exploitation, ✓ nombre des zébus de traits et ✓ les matérielles agricoles. - Surface des <i>tanety, bahiboho</i>, RMME en SCV, - Vitesse d'adoption, en termes de surface, des techniques SCV au niveau de l'exploitation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enquêtes par questionnaire des paysans sur les facteurs des productions, - Enquêtes par questionnaire des paysans sur l'évolution des surfaces mises en valeurs en SCV par campagne agricole, 	<ul style="list-style-type: none"> - La typologie de comportement des paysans en rapport avec les techniques SCV est élaborée. - Les stratégies paysannes sur les systèmes SCV sont identifiées.

Annexe 3 : Les unités agronomiques dans la Rive Est du Lac Alaotra.

Le premier diagnostic du milieu justifie que l'unité agronomique est une bonne échelle pour voir l'organisation spatiale de la mise en culture dans la région du Lac Alaotra. Les modes de mise en valeur sont différents d'une unité à l'autre. Les différentes unités agronomiques rencontrées sur la rive Est du Lac Alaotra, de l'amont vers l'aval, sont les *tanety*, le *baiboho* et les rizières. La forme générale des reliefs entre la Zone Nord Est (ZNE) et la Vallée du Sud Est est différente (VSE).

1.1.1. Le *tanety* avec trois sous-unités.

Les zones de *tanety* sont formées par trois sous unités : les *plateaux sommitaux*, les *flancs des tanety* ou zones de pentes sont très sensibles à l'érosion. Les *bas de pente* qui sont en général des sols colluvionnaires riches. Les *tanety* sont généralement caractérisées par deux types de sol.

i) *Les sols jaunes de tanety : sols pauvres et compactés.*

Les végétations naturelles qui y poussent sont essentiellement *Aristida sp. (bozaka)*, *Sida sp.*, *Urena lobata*, *Cassia tora* et quelques espèces forestières. En culture traditionnelle, les paysans y installent du manioc ou du pois de terre avec des systèmes à jachère de 2 à 4 ans.

ii) *Les sols rouges des tanety, moyennement riches et plus ou moins compactés.*

Les agriculteurs exploitent ce type de sol terroir avec les systèmes à jachère de 2 à 3 ans. Les *sols moyennement riches des tanety compactés* sont caractérisés en général par la dominance de cynodon mal développé avec présence d'*Aristida sp. (bozaka)*, *Sida sp.*, *Urena lobata*, *Cassia tora*. Les cultures paysannes sont du manioc, du pois de terre, du riz pluvial ou du maïs mais à rendement très faible en années sèches.

Les *sols moyennement riches des tanety non compactés* sont dominés par *hypparrhenia* avec du cynodon très développé. C'est sur ce type du sol que les paysans font les cultures d'arachide, de riz pluvial ou des cultures de maïs avec jachère de 2 à 3 ans.

1.1.2. Le *baiboho*.

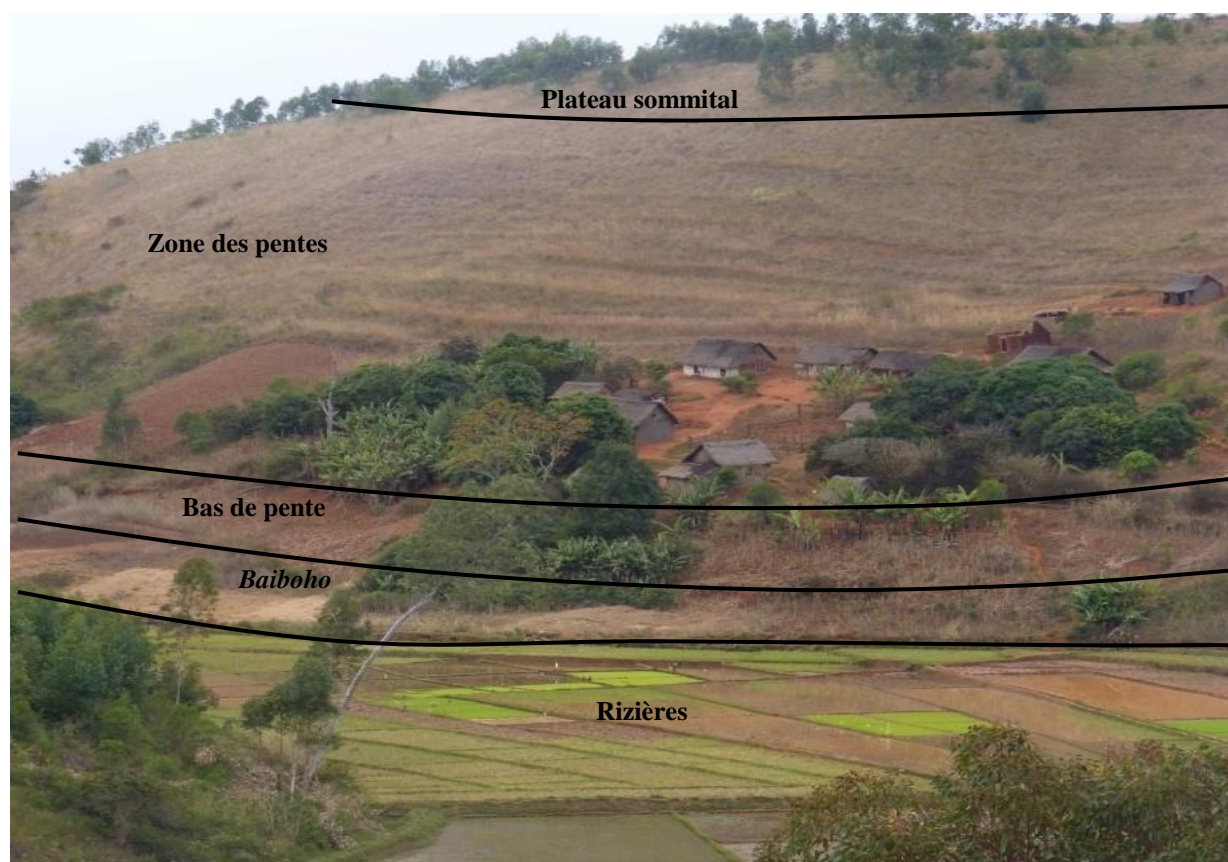
Deux types de *baiboho* sont rencontrés dans Lac Alaotra. i) Le *baiboho* où les cultures de contre-saison sont impossibles dues aux horizons sableux qui limitent la disponibilité de l'eau pendant les périodes sèches compte tenu de sa faible capacité de rétention en eau ou dues au très haut niveau d'altitude et à la profondeur de la nappe phréatique ii) Et les *baiboho avec possibilité de contre-saison* où les cultures sont alimentées par la remontée capillaire des nappes phréatiques pendant la saison sèche. Les paysans exploitent ce type de milieu avec des systèmes à jachère de 1 à 2 ans.

Le *baiboho* est la zone exondée qui sépare les *tanety* et les rizières.

1.1.3. Les rizières.

On distingue 3 types de rizières selon le régime hydrique de la parcelle au Lac Alaotra. i) Les rizières à bonne maîtrise d'eau qui sont en général conduites en riz irrigué majoritairement cultivées en *Makalioka*³⁷ ou *MK34*. ii) Les rizières de décrues qui sont conduites en irriguée après le retrait d'eau au mois d'août, ce type de rizière est caractéristique des rizières autour du lac dans la Zone Nord Est. iii) les Rizières à Mauvaise Maîtrise d'Eau (RMME) de type alluvionnaire ou organique qui sont essentiellement alimentées par l'eau de pluie.

Les systèmes de cultures de type SCV concernent les cultures pluviales. Cette étude se focalise sur les unités de *tanety*, de *baiboho* et quelques parcelles sur les RMME.



Les unités agronomiques dans la région du Lac Alaotra

³⁷ Variété locale de riz irrigué photopériodique.

Annexe 4: Caractéristiques des zones d'étude : deux zones à topographies contrastées et vitesses d'adoption des systèmes SCV différentes.

1. Les reliefs dans la Zone Nord Est et Vallée du Sud Est



Dans la Zone Nord Est, les *tanety* sont très nombreux. Les *baiboho* s'allongent entre les *tanety*. Ils sont quasiment inexistants. Les rizières sont rares. Elles s'étendent entre les *tanety* ou sur les bords du lac Alaotra.

Le relief dans la Zone Nord Est.



Le relief dans la Vallée du Sud Est.

Dans la Vallée du Sud Est, les *tanety* sont fortement érodés avec des formations et des traces de *lavaka*. Les *baiboho* sont très nombreux.

La zone sud est située dans une vaste plaine rizicole allant des rizières à bonne maîtrise d'eau dans les périmètres irrigués jusqu'aux rizières à irrigation aléatoires (RMME).

2. Caractéristiques de la Zone Nord Est et Vallée du Sud Est.

La Zone Nord Est et la Vallée du Sud Est sont deux zones couvertes par le projet BVLac I et II à dynamismes différents concernant les techniques SCV.

Caractéristiques des deux zones dans la Rive Est du Lac Alaotra :

Caractéristiques	Zone Nord Est	Vallée du Sud Est
Communes d'intervention de BRL Madagascar	- (7) Vohimenakely, Andrebakely, Andromba, Imerimandroso, Antanandava, Amparihitsokatra, Ambatosoratra, (47 <i>Fokontany</i>).	- (8) Ambohitsilaozana, Ambatondrazaka Suburbaine, Ambandrika, Ambatondrazaka Urbaine, Manakambahiny Ouest, Ampitatsimo, Ilafy, Didy (Amont de Bevava), (52 <i>Fokontany</i>).
Etat de la diffusion des systèmes SCV	- Zone de diffusion récente, campagne 2004-2005, - Demande très forte en SCV, - Surface totale pérennisée en SCV 822 ³⁸ ha avec 387 adoptants, - Système sur <i>tanety</i> très développés avec 92% des systèmes installés en 2008-2009.	- Zone de diffusion ancienne, campagne 2000-2001, - Surface totale pérennisée en SCV 643 ha avec 398 adoptants, - Systèmes sur <i>baiboho</i> et RMME très développés soit 83% des systèmes installés en 2008-2009.
Variabilité climatique	- Deux saisons bien marquées : saison chaude et pluvieuse entre le mois de novembre et mars avec une température moyenne de 23°C et une saison froide et sèche entre le mois d'avril et octobre température moyenne de 19°C, - Imérimandroso et Antsahamamy : zones déficitaires en pluie avec un microclimat sec par rapport aux autres zones, - Pluviométrie moyenne 1044 mm répartie sur 74 jours pour la campagne 2008-2009.	- Pluviométrie moyenne 1172 mm répartie sur 92 jours pour la campagne agricole 2008-2009.
Accès aux différents terroirs	- Vastes étendues de <i>tanety</i> , surfaces limitées de <i>baiboho</i> et des rizières, - Plaine composée majoritairement de RMME et de rizières de décrues pour les zones autour du lac	- Bas fonds et bas de pente relativement étendus soit 60 à 70% de la surface physique (grande plaine rizicole avec périmètres irrigués PC 15 et vallée Marianina), - Zone très accidentée.
Accès au marché et aux services	- Zones enclavées au fur et à mesure de l'éloignement de la commune d'Imerimandroso	- Zones proches du marché d'Ambatondrazaka Urbaine.
Potentialités et mise en valeur agricole	- Zones productrices d'arachide et de maïs.	- Zones productrices de riz irrigué : Périmètre de Colonisation n° 15 (PC 15), Vallée Marianina, - Développement des cultures maraîchères qui bénéficie de la proximité à Ambatondrazaka.
Contraintes	- Accès aux rizières irriguées très limitées, mise en culture des <i>tanety</i> plus intense avec des pratiques culturales érosives.	- Zone menacée par l'érosion des fortes pentes qui les dominent, - Recouvrements sableux fréquents sur les périmètres irrigués, - Extension des surfaces à irrigation aléatoire (RMME) par dégradation des infrastructures sur les zones irriguées.
Système d'élevage	- Développement de l'élevage porcin et aviaire grâce à la forte production de maïs et du manioc sur les <i>tanety</i> .	- Développement de l'élevage bovin pour travailler les rizières.

³⁸ Surface des parcelles pérennisées en SCV sur *tanety*, bas de pente, *baiboho* et RMME. Les parcelles de fourrage et celles en A0 avec labour conventionnel sont exclues (cf. annexe 5, partie 3).

3. Etat de diffusion des systèmes SCV dans la Rive Est du Lac Alaotra.

Les parcelles de fourrage et celles en année A0 (année d'entrée en SCV pendant laquelle les parcelles sont encore labourées) sont exclues dans les valeurs ci-dessous.

Nombre des adoptants et surface totale des parcelles en SCV dans la ZNE et VSE pour la campagne 2008-2009 :

Zone	Zone Nord Est				Vallée du Sud Est			
Toposéquence	<i>Tanety</i>	Bas de Pente	<i>Baiboho</i>	RMME	<i>Tanety</i>	Bas de Pente	<i>Baiboho</i>	RMME
Nombre total des adoptants	287	37	47	16	46	31	272	49
Nombre total des parcelles	688	54	61	19	64	41	476	62
Surface totale	134,24	8,08	9,36	3,7	12,45	5,49	69,47	15,55
Pourcentage par rapport à la surface totale.	86%	5%	6%	2%	12%	5%	67%	15%

Source : BRL Madagascar, 2009.

Annexe 5 : Nombre des adoptants enquêtés et surface totale des parcelles étudiées dans la Zone Nord Est et la Vallée du Sud Est par type de toposéquence.

Les tableaux suivants représentent les surfaces totales des parcelles pérennisées en SCV étudiées par type de toposéquence.

Surface totale des parcelles sur *tanety* :

Campagne agricole	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)			4,5	18	18	18	18	18
Surface totale VSE (ha)	0,54	0,9	2,26	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59
Nombre total des parcelles	2	5	33	119	119	119	119	119
Nombre total des adoptants	1	3	20	56	56	56	56	56

Surface totale des parcelles sur bas de pente :

Grands systèmes	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)		0,3	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Surface totale VSE (ha)	0,31	0,62	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Nombre de parcelles	1	4	14	14	14	14	14
Nombre des adoptants	1	3	11	11	11	11	11

Surface totale des parcelles sur *baiboho* :

Campagne agricole de <i>baiboho</i>	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (ha)			1,11	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Surface totale VSE (ha)	0,10	1,94	3,72	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
Nombre de parcelles	1	17	43	84	84	84	84	84
Nombre des adoptants	1	14	30	47	47	47	47	47

Surface totale des parcelles pérennisées en SCV sur RMME :

Campagne agricole des RMME	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale ZNE (en ha)			0,83	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Surface totale VSE (en ha)	0,3	0,3	0,45	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Nombre de parcelles	1	5	9	9	9	9	9	9
Nombre des adoptants	1	5	9	9	9	9	9	9

Annexe 6 : Evolution de nombre d'adoptants (en cumul) et de surface cumulée sous SCV depuis la campagne 2000-2001 au Lac Alaotra.

Les superficies encadrées dans le cadre du projet BVLac n'ont cessé de croître au fil des campagnes agricoles : 559 à 2413 adoptants sur une surface de 72 à 1912 ha en saison sur sept ans (BRL Madagascar, 2010).

Il faut noter que les surfaces des parcelles en « Année 0 », année d'entrée en SCV avec labour, et les surfaces des parcelles de fourrages sont incluses dans les valeurs ci-dessous.

En saison :

ANNEE	Saison 2000-01	Saison 2001-02	Saison 2002-03	Saison 2003-04	Saison 2004-05	Saison 2005-06	Saison 2006-07	Saison 2007-08	Saison 2008-09	Saison 2009-10
Superficie (ha)	4,86	48,62	72,74	75,12	201,5	333,7	433,37	615	1486	1912,8
Nombre adoptants	29	359	652	559	714	787	968	1182	1919	2413
Nombre parcelles	29	411	970	924	1251	1609	2065	2758	4709	5795

Source : BRL Madagascar, Ambatondrazaka.

Et en contre saison :

Les situations entre saison et contre saison ne sont pas comparables. Surfaces et nombre d'adoptants semblent reculer entre la saison et la contre saison. Ceci est expliqué par le fait que pendant les six à sept mois de saison sèche les cultures sur *tanety* sont impossibles.

ANNEE	Contre saison 2001	Contre saison 2002	Contre saison 2003	Contre saison 2004	Contre saison 2005	Contre saison 2006	Contre saison 2007	Contre saison 2008	Contre saison 2009
Superficie (ha)	6	12	11	20	35	71	108	114	482
Nombre adoptants	43	126	211	307	317	388	398	474	1407
Nombre parcelles	46	147	413	429	519	589	940	809	2264

Source : BRL Madagascar, Ambatondrazaka.

Annexe 7 : Evolution de prix des intrants dans la région du Lac Alaotra sur huit campagnes agricoles successives.

Le doublement de prix des NPK et Urée ont été observés lors de la campagne agricole 2007-2008.

Variation du prix moyen par campagne des fumures organiques et minérales :

Type de fumure	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
F.O (Ar/charrette ³⁹)	3000	3500	5000	5000	5000	5000	5000	5000
N.P.K (Ar/kg)	440	900	800	1 200	1 290	2400	2400	2000
Urée (Ar/kg)	540	900	800	831	1 300	2300	2000	1600

***Source:** AVSF-ANAE, BRL Madagascar.*

Les prix des produits phytosanitaires ne cessent d'augmenter chaque année dans la région du Lac Alaotra.

Variation du prix moyen par campagne des intrants agricole :

Intrant	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Glyphosate (Ar/l)	6 500	8 300	8 300	9 130	10 333	15 000	12 000	16 000
2,4-D (Ar/l)	5160	5500	7100	7810	8000	9000	8 500	9 000
Gaucho (Ar/kg)	137 000	139 000	168 100	168 100	190 000	190 000	200 000	200 000
Cypermethrine (Ar/l)	16 500	17 300	19 100	21 010	20 000	40 000	20 000	24 000

***Source:** AVSF-ANAE, BRL Madagascar.*

³⁹1 charrette de F.O = 250 kg de F.O.

Annexe 8 : Les systèmes SCV diffusés dans la région du Lac Alaotra.

L'ONG TAFA, avec l'appui du CIRAD est à l'origine de la mise au point d'une large gamme de système SCV. Le choix des systèmes testés dans la région du Lac Alaotra s'inspire des acquis antérieurs à Madagascar (Antsirabe, Sud-Ouest et Moyen Ouest) et dans d'autres pays (CHARPENTIER H. et *al.*, 1999). Les itinéraires techniques appliqués sont initialement conçus pour offrir un large choix technologiques avec divers niveaux d'intensification (niveaux de fumure graduels, système avec ou sans herbicide) qui sont directement appropriables par les paysans.

Dans le cadre du projet « Diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar », 1998 à 2001, quatre grands types de systèmes sont testés et vulgarisés par TAFA : i) système avec écobuage en ouverture de système, ii) systèmes sous couverture morte importée : paille de riz ou de *bozaka* (*Aristida*) iii) le système combiné écobuage + couverture morte importée et iv) le système à couverture vive de *brachiaria*.

Et les systèmes vulgarisés ont évolué suivant les contraintes locales identifiées. Depuis la campagne 2008- 2009, l'approche développée dans le cadre du Projet BVLac I-II prend en compte l'ensemble du système de production. Les propositions d'itinéraires faites par les techniciens et le choix des itinéraires par l'agriculteur dépend donc des facteurs de production disponibles sur l'exploitation mais aussi de l'objectif de l'agriculteur (DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2008).

1. Les systèmes produisant peu de biomasse (DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009).

1.1. Riz pluvial sur couverture morte (ou résidus de culture morts)

Le riz est systématiquement implanté sur une couverture morte avec un écartement recommandé de 40 cm x 20 cm : biomasse importée sur la parcelle, si elle se situe à proximité, et / ou de préférence résidus de la culture précédente, légumineuses volubiles en culture pure ou en association avec du maïs, *Stylosanthes guianensis* etc. Les doses recommandées pour la fertilisation du riz pluvial sont de 5000 kg/ ha (20 charrettes /ha) de fumure organique, 100 à 200 kg/ha de NPK au moment de semis, 50 à 100 kg/ha d'Urée tallage 20 à 25 jours après le semis (après le premier sarclage) et 50 à 100kg/ha d'Urée montaison (après le deuxième sarclage) de 40 à 45 jours prés le semis. Les semences doivent être traitées au Gaucho (insecticide, matière active : IMIDACLOPRIDE) à dose de 2,5g/kg de semence.

Cet itinéraire est préférentiellement préconisé sur les bas de pentes, les *tanety* dont les sols présentent un bon niveau de fertilité, les *baiboho* et les RMME.

1.2. Maïs, légumineuse érigée sur paillage

Le maïs est installé, écartement 1m x 40 cm, en association des légumineuses telles que le niébé, le haricot, le soja ou l'arachide avec l'écartement de 30 cm x 30 cm sur l'interligne. Cet itinéraire est préconisé sur *baiboho*, bas de pente et sur les *tanety* dont les sols présentent de bons niveaux de fertilité. Une fertilisation organique (5000 kg/ha au moment de semis) et minérale (100 à 200 kg/ha de NPK au moment de semis et 50 à 100 kg d'Urée entre 20 à 40 jours après le semis) sont conseillées selon les capacités et objectifs de l'exploitant. Le traitement des semences au Gaucho à dose de 2,5g/kg de semence est fortement recommandé.

1.3. Pois de terre et arachide sur paillage

Les légumineuses souterraines sont installées directement sur les résidus des cultures précédentes avec des écartements de 30 cm x 30 cm. Le traitement des semences par Thirame (fongicide, matière active : THIRAME) de 2,5 g/kg est conseillé.

1.4. Maraîchage sur paillage

Une gamme complète de plantes maraîchères a été proposée aux adoptants dans la région du Lac Alaotra: tomate, oignon, concombre, courgette, melon, haricot vert, aubergine, etc. Les cultures sont installées directement sur les mulch.

2. Les systèmes produisant d'importantes quantités de biomasse (DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009).

2.1. Les systèmes ne nécessitant pas obligatoirement d'herbicides pour leur reprise en SCV.

2.1.1. Légumineuses volubiles en culture pure ou en association avec du maïs.

Cet itinéraire consiste après décapage l'installation d'une légumineuse volubile avec un écartement de 30 cm x 30 cm ou en associant avec du maïs (25 kg/ha) écartement entre ligne des maïs 1m x 40cm et l'écartement entre ligne des légumineuses 30cm x 30cm sur l'interligne. Les légumineuses volubiles préconisées sont le vigna *Vigna umbellata* et *V. radaiata* (7kg/ha), le dolique *Lablab purpureus* (25 kg/ha), la mucuna *Mucuna pruriens* var utilis (25 kg/ha) ou encore le niébé *Vigna unguiculata* (60 kg/ha). Cet itinéraire est préconisé sur tous les niveaux de la toposéquence, une fumure organique conséquente est toutefois recommandée sur les sols les moins fertiles : 5000 kg/ha de fumier et 100 à 200 kg/ha de NPK au moment de semis et 50 à 100 kg d'Urée entre 20 à 40 jours après le semis.

2.1.2. Les systèmes à base de *Stylosanthes guianensis*

Le stylosanthes peut être mis en place en culture pure (jachère améliorée de stylosanthes) ou en association (5kg/ha de semence) avec du riz (40 cm x 20 cm et stylo entre les interlignes) ou du maïs (1m x 40 cm et stylo entre les interlignes) sur sols riches et avec du manioc (100 cm x 100 cm et stylo entre les interlignes) , du pois de terre, de l'arachide (40 cm x 30 cm et les stylos entre les interlignes) sur sols pauvres.

2.2. Les systèmes nécessitant l'emploi d'herbicides pour leur reprise en SCV

2.2.1. Système fourrager : Les parcelles de *Brachiaria* sp. en culture pure

Trois espèces sont diffusées en milieu paysan :

- *Brachiaria ruziziensis* pour les paysans qui envisagent de reprendre leurs parcelles en cultures vivrières à relativement court terme (moins de trois ans),
- *Brachiaria humidicola* sur sols à forte humidité, fourragère, très difficile à détruire,
- *Brachiaria brizantha* pour les paysans qui veulent implanter un pâturage sur le long terme (jusqu'à 7 ans, la variété est plus pérenne que le *B. ruziziensis*) et notamment *B. brizantha marandu* à très fort développement.

Ces couvertures seront ensuite desséchées à l'herbicide (Glyphosate 360 g/l à la dose de 3 à 7 l/ha) pour la reprise des parcelles en culture vivrière.

2.2.2. Système à base de *brachiaria*

2.2.2.1. Association manioc + *brachiaria*

Les boutures de *brachiaria* (10.000 boutures/ha) ou grains (5 kg/ha) peuvent être utilisés. Il est également possible d'implanter les boutures de manioc sur des bandes de *brachiaria* herbicides (la dose de glyphosate à appliquer est variable selon l'espèce).

2.2.2.2. Association pois de terre ou arachide + *brachiaria*

Le *brachiaria* doit être semé suffisamment tard pour ne pas perturber le développement du pois de terre et suffisamment tôt pour qu'il puisse s'enraciner avant la saison sèche (semis au premier sarclage). Un écartement plus important qu'en itinéraire traditionnel est préconisé pour les pois de terres (70 x 30 cm, semis aux premières pluies utiles) et un semis du *brachiaria* pendant la première quinzaine de janvier. Des éclats de souche de *brachiaria* peuvent aussi être plantés, mais plus tard en saison, aux alentours du 15 février.

2.2.3. Légumineuses sur couverture vive ou morte de *Cynodon dactylon*, entrée directe en SCV sans année zéro avec labour

Ce système consiste à implanter une légumineuse souterraine (arachide et pois de terre), un haricot (*Phaseolus vulgaris*), un niébé (*Vigna unguiculata*), un vigna (*Vigna radiata*) un dolique (*Lablab purpureus*) après contrôle partiel (couverture vive) ou total (couverture morte) du chiendent (*Cynodon dactylon*) au glyphosate. Pour le contrôle partiel,

moins de 1000 g/ha, en fonction de la vigueur du chiendent⁴⁰. L'apport de fumure organique (5 tonnes /ha) et éventuellement d'une fumure minérale (DAP ou NPK), est recommandé selon les objectifs de production. Ces systèmes peuvent être reconduits d'une année sur l'autre, en cas de contrôle partiel, sans avoir à réinstaller une plante de couverture. Ils demandent cependant une bonne maîtrise technique de la pulvérisation afin de contrôler suffisamment (mais sans le tuer) le chiendent. Il est recommandé d'alterner les légumineuses dans les rotations. Il est également envisageable de tuer le chiendent (1800 g de glyphosate /ha⁴¹) si l'adoptant souhaite mettre en place un riz pluvial en SCV sur la parcelle l'année suivante.

3. Les Rizières à Mauvaise Maîtrise de l'Eau (RMME)

Toutes les parcelles des RMME ne peuvent être conduites en culture pluviale. Seules sur les RMME hautes qu'on puisse conduire en SCV par son niveau de toposéquence plus élevé. Les itinéraires préconisés sur ce type de rizière sont identiques aux itinéraires préconisés sur les *baiboho*.

4. Schéma synthétique des systèmes cultureux préconisés dans la région du Lac Alaotra.

Les schémas suivants synthétisent l'évolution des systèmes de cultures préconisés dans la région du Lac Alaotra depuis la première campagne de diffusion des systèmes SCV. La figure 7 représente les grands systèmes préconisés depuis la campagne 2000-2001 jusqu'à 2006-2007 (vers la fin de la première phase du projet BV Lac). La figure 6 synthétise les grands systèmes vulgarisés de 2007-2008 à 2009-2010 (vers le début de la seconde phase du projet BV Lac jusqu'à la campagne 2009-2010).

Ces deux figures sont essentiellement des synthèses des rapports de campagnes de TAFA de 1998-1999 à 2000-2001 dans le cadre du projet « diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar » et des rapports de campagne saison et contre saison BRL Madagascar de 2003-2004 à 2009-2010 avec le projet de « mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra », phase I et II, de 2003-2004 à 2009-2010.

Légende :

Surlignage jaune : la première diffusion d'un nouveau système ou d'un nouvel itinéraire.

⁴⁰ Selon les premiers résultats de l'ONG TAFA in rapport de campagne agricole saison 2009-2010, ANDRIAMALALA H., DOMAS R. 2010.

⁴¹ Selon les premiers résultats de l'ONG TAFA, le chiendent serait tué à une dose de 1080 g par hectare en deux passages croisés in rapport de campagne agricole saison 2009-2010, ANDRIAMALALA H., DOMAS R. 2010.

Surlignage bleu : l'abandon de diffusion d'un système ou d'un nouvel itinéraire.

<p>Système à base de paillage avec biomasse importée : Riz CM, Maïs + légumineuse à cycle long CM, Haricot CM, Niébé CM, Sorgho + légumineuses à cycle long CM</p> <p>Les techniques d'écobuage: Riz CM, Maïs + légumineuse à cycle long CM, Haricot CM, Niébé CM, Sorgho + légumineuses à cycle long CM</p> <p>Les techniques d'écobuage + système à base de paillage avec biomasse importée : Riz CM, Maïs + légumineuse à cycle long CM, Haricot CM, Niébé CM, Sorgho + légumineuses à cycle long CM</p> <p>Système à couverture vive de Brachiaria: Brachiaria en culture pure, Maïs + Brachiaria, Brachiaria en dérobé de haricot sur cynodon glyphosaté</p>	<p>Système à base de paillage avec biomasse importée et/ou résidu de la culture précédente: Riz pluvial CM, Maïs, légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM</p> <p>Systèmes sur herbicides : Riz + Stomp, Haricot sur cynodon desséché au round-up</p> <p>Système à couvertures vives: légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles</p> <p>Système à couverture vive de Brachiaria: Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria</p> <p>Les techniques d'écobuage</p> <p>Contre saison sur les RMME et B: maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique ou mucuna</p>	<p>Système à base de paillage avec biomasse importée et/ou résidu de la culture précédente: Riz pluvial CM, Maïs, légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM</p> <p>Systèmes sur herbicides : Riz + Stomp, Haricot, niébé, dolique sur cynodon desséché au round-up</p> <p>Système à couvertures vives: légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles</p> <p>Système à couverture vive de Brachiaria: Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria</p> <p>Les techniques d'écobuage</p> <p>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME avec les variétés SEBOTA</p> <p>Contre saison sur les RMME et B: maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce</p>	<p>Système à base de paillage avec biomasse importée et/ou résidu de la culture précédente: Riz pluvial CM, Maïs, légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM</p> <p>Systèmes sur herbicides : Riz + Stomp, Haricot, niébé ou dolique sur cynodon desséché au round-up</p> <p>Système à couvertures vives: légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles</p> <p>Système à couverture vive de Brachiaria: Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria</p> <p>Système à base de Stylosanthes : Stylosanthes en culture pure, Maïs + Stylosanthes, Manioc + Stylosanthes, Arachide + Stylosanthes, Pois de terre + Stylosanthes</p> <p>Les techniques d'écobuage</p> <p>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME avec les variétés SEBOTA</p> <p>Contre saison sur les RMME et B: maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce</p>	<p>Système à base de paillage avec biomasse produite in-situ: Riz pluvial CM, Maïs, légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM</p> <p>Systèmes sur herbicides : Riz + Stomp, Haricot, niébé, dolique, arachide, pois de terre sur cynodon desséché au round-up</p> <p>Système à couvertures vives: légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles</p> <p>Système à couverture vive de Brachiaria: Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria</p> <p>Système à base de Stylosanthes : Stylosanthes en culture pure, Maïs + Stylosanthes, Manioc + Stylosanthes, Arachide + Stylosanthes, Pois de terre + Stylosanthes</p> <p>Les techniques d'écobuage</p> <p>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME avec les variétés SEBOTA</p> <p>Contre saison sur les RMME et B: maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce</p>
Campagne 00-01 à 02-03	Campagne 2003-2004	Campagne 2004-2005	Campagne 2005-2006	Campagne 2006-2007

Schéma synthétique de l'évolution des systèmes préconisés 2000-2001 à 2006-2007.

<u>Système à base de paillage avec biomasse produite in-situ:</u> Riz pluvial CM, Maïs + légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM	<u>Système à base de paillage avec biomasse produite in-situ:</u> Riz pluvial CM, Maïs + légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM	<u>Système à base de paillage avec biomasse produite in-situ:</u> Riz pluvial CM, Maïs + légumineuse érigé CM, Pois de terre et arachide CM, Maraîchage CM
<u>Système sur cynodon:</u> Haricot, niébé, dolique, arachide, pois de terre sur cynodon desséché au round-up	<u>Système sur cynodon:</u> Haricot, niébé, dolique, arachide, pois de terre sur cynodon desséché au round-up	<u>Système sur cynodon:</u> Haricot, niébé, dolique, arachide, pois de terre sur cynodon desséché au round-up
<u>Système à couvertures vives:</u> légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles	<u>Système à couvertures vives:</u> légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles	<u>Système à couvertures vives:</u> légumineuses volubile en culture pure saison, maïs + légumineuses volubiles
<u>Système à base de Brachiaria:</u> Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria	<u>Système à base de Brachiaria:</u> Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria	<u>Système à base de Brachiaria:</u> Brachiaria en culture pure, Manioc + Brachiaria, Pois de terre + Brachiaria, Arachide + Brachiaria
<u>Système à base de Stylosanthes :</u> Stylosanthes en culture pure, Maïs + Stylosanthes, Manioc + Stylosanthes, Arachide + Stylosanthes, Pois de terre + Stylosanthes	<u>Système à base de Stylosanthes :</u> Stylosanthes en culture pure, Maïs + Stylosanthes, Manioc + Stylosanthes, Arachide + Stylosanthes, Pois de terre + Stylosanthes, Riz + Stylosanthes	<u>Système à base de Stylosanthes :</u> Stylosanthes en culture pure, Maïs + Stylosanthes, Manioc + Stylosanthes, Arachide + Stylosanthes, Pois de terre + Stylosanthes, Riz + Stylosanthes
<u>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME</u> avec les variétés SEBOTA	<u>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME</u> avec les variétés SEBOTA	<u>Itinéraires Techniques spécifiques sur les RMME</u> avec les variétés SEBOTA
<u>Contre saison sur les RMME et B:</u> maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce, Haricot + Vesce	<u>Contre saison sur les RMME et B:</u> maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce, Haricot + Vesce	<u>Contre saison sur les RMME et B:</u> maraîchage CM, légumineuses en dérobées de la culture de saison ou légumineuses en culture pure: niébé, vigna, dolique, mucuna ou Vesce, Haricot + Vesce

Campagne 2007-2008	Campagne 2008-2009	Campagne 2009-2010	
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---

Schéma synthétique de l'évolution des systèmes SCV préconisés 2007-2008 à 2008-2009.

Annexe 9 : Rendement moyen par systèmes de cultures sur *tanety* et *baiboho*.

Les tableaux ci-après synthétisent les rendements moyens par type de spéculation sur 5 à 6 campagnes successives par type de systèmes de culture sur *tanety* et sur 5 à 8 campagnes successives par grands type de systèmes sur *baiboho*.

Variation de rendement suivant le type de systèmes de culture sur *tanety* :

Système de culture	SC T1	SC T31	SC T32	SC T33	SC T34	SC T41	SC T42	SC T5	SC T6
Maïs (kg/ha)	2 454	2 748	2 591	2 436	2 618	2 484	2 455	2 564	2 000
Nombre d'observation ⁴²	90	7	12	6	4	16	24	25	1
Riz paddy (kg/ha)	2 622	2 191	2 888	3 600		2 715	2 286		3 066
Nombre d'observation	77	6	4	2		4	6		2
Arachide graine (kg/ha)		1 122	1 033	1 103	948				
Nombre d'observation		3	4	2	1				
Manioc frais (kg/ha)									14 200
Nombre d'observation									1
Production brute (Ar/ha)	1 256 658	1 147 359	1 207 599	1 256 381	1 095 458	1 245 380	1 188 044	1 256 448	3 397 250

Variation de rendement du riz pluvial par grand type et type de système sur *baiboho* :

Rendement du riz pluvial par système de culture (kg/ha)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système continu de « riz/ maraîchage sur paillage »	1 800	2 185	2 535	2 754	2 789	2 690	4 459	2 949
Nombre de parcelles	1	5	11	21	44	40	26	18
Système continu de « riz/ légumineuse volubile »			2 478	2 545	2 798	2 639	3 614	2 745
Nombre de parcelles			4	2	14	11	9	10
Systèmes continu de « riz/ maraîchage + vesce ou vesce en culture pure »				2 887	3 172	2 724	3 339	3 188
Nombre de parcelles				1	4	15	31	18
Système de culture B3		2 150	3 040	2 640	3 136	2 666	4 308	6 140
Nombre de parcelles		1	1	5	3	5	3	4
Système de culture B4			2 425	2 577	2 734	2 039	2 172	3 042
Nombre de parcelles			1	5	7	7	2	6

⁴² Nombre de rendement observé sur 5 à 6 campagnes successives. C'est différent au nombre de parcelle suivie car une parcelle peut avoir de 2 à 6 rendements d'une spéculation pour un type de système de culture étudié.

Annexe 10 : Les stratégies des paysans.

Type 1 : Les adoptants très dynamiques avec extension des surfaces en métayage et/ou en fermage.

Ce type est caractérisé par les agriculteurs **sans rizière ou avec une faible surface de rizière** (moins de 1 ha/exploitant) en mode de Faire Valoir Direct (FVD). 75% des zones irriguées cultivées, changeables tous les ans et/ou à moyen terme (de 2 à 3 ans), sont toutes en métayage et/ou en location même pour l'exploitation de type A (grand riziculteur, typologie des RFR, cf. annexe 11). Plus de 75% des paysans appartenant à ce type se trouvent dans les zones où l'accès aux périmètres irrigués est difficile (dans la Zone Nord Est). La surface de rizières disponibles est limitée et les zones irriguées en métayage et/ou en fermage sont difficiles à trouver.

Les stratégies des paysans du type 1 sont de maximiser la production de riz sur *tanety* et renforcer la sécurité alimentaire de l'exploitation par les cultures pluviales. 13% des paysans du type 1 pérennisent les systèmes SCV sur les parcelles en FVI dont les propriétaires ont des liens familiaux avec eux. Tandis que d'autres ont eu comme stratégie de faire des contrats à court ou à moyen terme écrits ou verbaux avec des paysans voisins (cf. tableau 66). Le coût de location annuelle a été de 40.000 à 70.000Ar/ha pour la campagne 2008-2009.

Stratégie des paysans du type 1 :

	Contrat à court terme verbal	Contrat à court terme écrit	Contrat à moyen terme verbal	Contrat à moyen terme écrit	Avec des liens familiaux
Adoptant (%)	0	25	50	13	13

Type 2 : Les adoptants dynamiques avec saturation des surfaces potentielles sans extensions.

Les exploitations du type 2 augmentent les surfaces en SCV chaque année depuis la première année d'adoption des techniques SCV au niveau de leur exploitation. La vitesse d'adoption des systèmes SCV est forte. Les surfaces cultivables en SCV ont été saturées au bout de 5 à 6 campagnes d'adoptions de ces techniques innovantes. Les paysans ne font plus d'extension des surfaces. Les SCV occupent plus de 50% des surfaces totales cultivées.

Les exploitations du type 2 correspondent à celles des paysans **autosuffisants en riz** annuellement avec des **surfaces moyennes de zone irriguée cultivée de 1 à 2,5 ha**. Plus de **50% des paysans ont accès à la traction attelée avec 2 à 10 têtes de zébus**. Le niveau d'équipement attelé avec une surface moyenne de rizière assure ainsi la production annuelle du riz. 75% des paysans ne veulent pas, en effet, faire des extensions sur les parcelles en FVI

sous prétexte qu'ils risquent de perdre leurs parcelles une fois la fertilité du sol est régénérée. Tandis 25% ne veulent pas faire des SCV sur les parcelles en héritage non-partagé.

La présence d'un troupeau de zébu important constitue une sécurité en cas de problèmes et ils sont autosuffisants ce qui montre qu'il ne souhaite pas pendre de risques sur leurs cultures de *tanety*.

Type 3 : Les paysans avec augmentation annuelle des surfaces en SCV et à part moins importante par rapport aux surfaces totales cultivées.

Ce sont les paysans avec **de moyenne à grande surface de *baiboho* (64%) et/ou *tanety* (36%) de 2 à 5 ha**. Les surfaces de rizières cultivées par les paysans appartenant à ce type sont très hétérogènes de 1 à 5 ha. Ils ne font du métayage ni de fermage que sur les zones irriguées. Les **principales activités agricoles sont des cultures pluviales** de 50 à 80% des surfaces totales cultivées. Les stratégies des paysans du type 3 sont d'intensifier (en travail) les cultures sur les *baiboho* avec les techniques SCV et/ou de valoriser les parcelles sur *tanety* en culture fourragère. Les cultures sur les parcelles en systèmes conventionnel sont essentiellement des cultures extensives en main d'œuvre et en intrant tels que l'arachide, le pois de terre ou le manioc.

Type 4 : Les adoptants avec variation annuelle des surfaces en SCV mais avec une progression généralisée.

Certains agriculteurs font des métayages et/ou des fermages pour étendre les surfaces en SCV malgré la variation annuelles (due à la remise en labour des certaines parcelles en SCV) des surfaces mise en valeur en SCV.

Les paysans du type 4 sont caractérisés par les agriculteurs à **faible surface de rizières cultivées** soit moins de 1ha avec **de moyenne à grande surface de *tanety* de 1,5 à 5 ha**. 70% des agriculteurs **ont accès aux tractions attelées et/ou mécanisées sans appuis au crédit agricole**. 60% des adoptants du type 4 ont eu des accès au crédit à caution solidaire lors des deux ou trois premières années d'adoptions des techniques SCV par l'intermédiaire des GSD. Les appuis ont été rompus à cause du non-remboursement de certains membres.

Les agriculteurs ont réduits, en effet, leurs surfaces en SCV après l'arrêt d'accès au crédit. Le problème de trésorerie au moment de la mise en place des cultures est devenu la principale cause de la remise en labour des parcelles en FVD. Les cultures sur les parcelles conventionnelles sont essentiellement des cultures d'arachide et/ou du manioc. 30% des paysans ont évoqués que la reprise des parcelles par les propriétaires a été la principale cause des variations de leurs surfaces en SCV.

À cause du niveau d'équipement manuel et la manque de main d'œuvre familiale disponible, deux exploitants appartenant à ce type mettent en location leurs rizières et ils ne font que des cultures pluviales avec les techniques SCV.

Type 5 : Les paysans avec variation annuelle des surfaces en SCV de 25 à 50% des surfaces totales cultivées.

Les agriculteurs du type 5 sont caractérisés par des paysans à **surface moyenne de rizière cultivée de 2 à 5 ha** (mais petite surface en faire valoir direct), avec **faible surface de baiboho** (moins de 1ha) et **de moyenne à grande surface de tanety** (moins de 1 à 10 ha) **avec un niveau d'équipement attelé et/ou motorisé**. La remise en labour des parcelles en SCV est liée particulièrement aux surfaces des zones irriguées cultivée en faire valoir indirect. Ces dernières varient de 30 à 60% des surfaces totales des rizières cultivées.

D'autres facteurs secondaires ont été, entre autre, avancés à savoir l'arrêt d'accès au crédit, le chevauchement des travaux agricoles en cas de retard des premières pluies utiles (début janvier).

Type 6 : Les paysans avec variation annuelle des surfaces en SCV mais en régression.

Ce sont les paysans qui ont **accès à la traction attelée et/ou mécanisée**. 75% des paysans de ce type sont **autosuffisants en riz**. 50% des paysans appartenant au type 6 ont de **moyenne à grande surface des zones irriguées cultivées** (de 1 à 6 ha). Et 50% sont caractérisés par les agriculteurs à **faible surface de rizière de moins de 1 ha, mais ils exploitent plus de 1ha des zones irriguées en FVI**.

Les abandons progressifs des techniques SCV sont dus à plusieurs facteurs : l'arrêt d'accès aux crédits (43%), manque du capital circulant (33%), manque de disponibilité de mains d'œuvre au moment de l'installation des cultures (14%), retard de déblocage de crédit (5%) et non maîtrise des mauvaises herbes (5%).

Type 7 : Les paysans ayant été adopté partiellement les techniques SCV avec diminution annuelle des surfaces en SCV et/ou abandon des systèmes SCV.

Les agriculteurs n'ont pas voulu perdre les relations avec les techniciens et l'intérêt de l'encadrement notamment les conseils techniques. 67% des paysans font ainsi diminuer leurs surfaces en SCV chaque année au lieu de « ne pas adopter » les techniques. 33% (2 paysans) des paysans ayant adoptés les systèmes SCV et ayant été bénéficiaires des formations et d'encadrement depuis 5 ans. Deux formes d'abandon ont été ainsi observées : l'abandon au niveau parcellaire et l'abandon des systèmes au niveau de l'exploitation. Moins de 25% des

surfaces potentielles sont en SCV et les systèmes SCV occupe moins de 25% des surfaces totales cultivées.

Deux exploitations (dans la Zone Nord Est) ont été, en fait, abandonnées les systèmes SCV au niveau de leurs exploitations. Les causes sont d'ordre social :

- divorce et partage des biens, le père de famille n'a pas eu de formation sur les techniques SCV, il a dû ainsi abandonner les systèmes
- les contraintes d'encadrement.

Une exploitation a réduit les surfaces en SCV depuis les 3 dernières campagnes. Cette exploitation a bénéficié d'un emprunt (vente-location) auprès de CECAM pour avoir un motoculteur « kubota » lors de la campagne 2006-2007. Le système de production de cette exploitation a été changé en grand riziculteur. 3,5 ha de rizières ont été exploités dont 2ha (en FVI) ont été cultivés depuis la campagne 2007-2008.

Annexe 11 : Typologie des exploitations pour les Réseaux de Fermes de Références (NAVE S. et DURAND C., 2007).

1. Les principaux critères déterminants.

TYPES	CRITERE 1 : autosuffisance en riz lié aux types de rizières	CRITERE 2 : niveau de diversification avec d'autres productions	CRITERE 3 : type de main d'œuvre (MO) et activités off-farm
A : Grands riziculteurs	Rizières Irriguées (RI=5 ha) Autosuffisants en riz + vente	<i>Tanety</i> (T > 4 ha) Peu, voire pas cultivé Cultures extensives	MO temporaire > 300 h.j
B : Riziculteurs à rendements aléatoires	RMME décrue Autosuffisant en riz + vente	<i>Tanety /Baiboho</i> (T/B = 2-3 ha) : entièrement cultivés Moyennement intensif → objectif de vente	MO temporaire > 200 h.j
C : Autosuffisants exploitants les <i>tanety</i>	RI/RMME (2ha) Risque moyen Autosuffisant en riz	T/B (< 3ha) : entièrement cultivés Cultures intensives → objectif de vente	MO temporaire = 100 Off farm = services
D : Agriculteurs diversifiant leurs productions	RMME (1,5 ha) Risque + + Autosuffisants (pas tous les ans)	T/B (1 à 2 ha) : entièrement cultivé Si 1 ha → off farm → objectif de vente Elevage	MO temporaire = 100
E : Agriculteurs non autosuffisants, ouvriers agricoles	Peu ou pas de RI/RMME Risque + + + Non autosuffisants	T/B (< 1 ha) : Cultures très intensives → objectif de vente	MO temporaire = 0 Off farm = ouvrier agricole
F : Pêcheurs pratiquant l'agriculture	RMME (1 ha) Non autosuffisant	T/B (< 0,5 ha) : Cultures intensives → vente et autoconsommation	MO temporaire = 0 Off farm = Pêche
G : Pêcheurs sans terre, sans activité agricole → Susceptibles de devenir type F	Sans terre Non autosuffisant	Sans terre	Ouvriers agricoles : fournissent de la main d'œuvre aux autres types

2. Typologie des exploitations agricoles.

Type A : Grands riziculteurs

Ces exploitants sont spécialisés dans la riziculture. Ils sont autosuffisants et cultivent de grandes surfaces de rizières irriguées (de 3 à 6 hectares de rizières). Toutes les priorités sont portées sur les rizières. Les *tanety* et *baiboho* sont généralement cultivées de manières extensives et sont toujours secondaires par rapport aux rizières. Des ouvriers permanents sont généralement employés dans l'exploitation pour assurer les travaux agricoles. Les exploitations sont mécanisées voire moto-mécanisées.

Type B : Riziculteurs à rendements aléatoires.

Ces agriculteurs sont autosuffisants en riz sauf de rares très mauvaises années (rendements = 0 sur les RMME). Les rizières sont principalement des RMME. Pour faire face à ce risque et sécuriser les revenus, ils cultivent les *tanety* et *baiboho* pour la vente avec intensification et diversification. Ce revenu complémentaire permet de compenser les risques sur les RMME. Les exploitations sont mécanisées ou moto-mécanisées.

Type C : Autosuffisants exploitant les *tanety*.

Ils sont autosuffisants en riz mais ne dégagent aucun surplus pour la vente. Ils ont de 1 à 3ha de rizières de type RI ou RMME. Pour dégager un revenu supplémentaire, ils cultivent moins de 3 ha de *tanety* et *baiboho* mais de façon très intensive et en vendent les productions. Certains développent également des activités de petit élevage, ou bien une activité extra agricole (off farm) pour diversifier leurs types de revenus. Les exploitations sont mécanisées ou moto-mécanisées.

Type D : Agriculteurs diversifiant leurs productions.

Ils ne sont pas autosuffisants en riz chaque année, car leurs rizières sont uniquement de type RMME et ils n'ont pas plus de 1,5ha. Ils recherchent donc une sécurisation de leurs revenus en exploitant les *tanety* et *baiboho* qu'ils possèdent. Lorsqu'ils ont au moins 2ha, ils les cultivent en fruits ou manioc...mais lorsqu'ils ont moins d'1ha, ils développent des activités extra agricoles (off farm) en plus. Ils ont souvent une activité d'élevage (zébus, porcs, volailles) ce qui leur confère une bonne intégration agriculture élevage sur leurs terrains. L'agriculture est mécanisée ou moto-mécanisée.

Type E : Agriculteurs non autosuffisants et ouvriers agricoles.

Ces agriculteurs ne sont jamais autosuffisants en riz, car ils ont très peu de surface en rizières de type RI ou RMME (moins de 0,5ha). Ils cultivent alors de façon très intensive, le seul hectare de *tanety* et *baiboho* qu'ils possèdent, ce qui constitue leur principale source de revenu. Ce revenu ne couvrant pas les besoins familiaux, ils vendent leur force de travail auprès d'autres exploitations agricoles. Les exploitations sont rarement mécanisées.

Type F : Pêcheurs ayant une activité agricole

Ils ne sont pas autosuffisants en riz car ils n'ont qu'1ha de rizière type RMME. Ils ont moins de 0,5ha de *tanety* et *baiboho* qu'ils cultivent en totalité (riz, légumes, tomates...) souvent dans une optique de vente. Mais surtout, ils profitent de leur position proche du lac (au nord est de la zone) pour pêcher et en tirer un revenu conséquent. Les exploitations sont rarement mécanisées.

Type G : Pêcheurs sans terre sans activité agricole

Ce sont des pêcheurs à plein temps et la vente du poisson est leur seule source de revenu. Ils ne possèdent et ne travaillent aucune terre pour eux-mêmes, ils ne sont donc pas autosuffisants en riz. Toutefois, ils vendent leur force de travail en tant qu'ouvrier agricole, notamment pendant l'interdiction de pêche. Ce type n'est pas constitué d'agriculteurs mais de pêcheurs qui fournissent de la main d'œuvre agricole.

Annexe 12 : Typologie de comportement 2011 (FABRE J., 2011).

1. Les principaux critères déterminants.

Deux variables ont servi à refléter les différents comportements des agriculteurs face à l'adoption des SCV au niveau de l'exploitation :

- (i) la part des surfaces des SCI par rapport aux surfaces totales de l'exploitation,
- (ii) la part des SCV sur les surfaces potentielles.

2. Typologie de comportement

Type 1 : les exploitations très dynamiques qui tendent vers 100% des surfaces potentielles en SCV ou les atteignent déjà. Les systèmes développés sont ceux « intensifs » en main d'œuvre et en intrants, de types « maïs + légumineuses » ou « riz/ maraîchage paillé ». La progression de l'adoption des SCV est forte. Le poids de la part des SCV dans le revenu est important et dépasse les 50%.

Type 2 : les exploitations « dynamiques » avec 25 à 50% de la surface potentielle en SCV. Les SCV ne sont mis en place que sur certaines parcelles « secondaires » mais ne représentent pas le cœur de l'exploitation. Les systèmes mis en place sont souvent « extensifs » en travail et en intrants. La majorité des revenus est assurée par d'autres cultures (la riziculture) mais les SCV apportent une contribution intéressante.

Type 3 : les exploitations peu dynamiques ou qualifiées quelquefois « d'opportunistes » par les opérateurs qui rencontrent des difficultés à mettre en place les SCV sur de grandes surfaces. La conservation de faibles surfaces peut dans certains cas être un moyen de conserver un lien avec le projet, avoir accès à des formations...Fréquemment, des abandons de parcelles ont lieu dans ces exploitations. La contribution des SCV à l'économie de l'exploitation est faible.